

**Experimentelle Untersuchungen über den
Einfluß von Agglutinationszeit und
-temperatur auf ein modifiziertes
Mischzellagglutinationsverfahren zur
Bestimmung der Blutgruppen nach dem
ABO-System aus eingetrockneten
Blutspuren unterschiedlichen Alters**

Vorgelegt

von

Peter Bauer

aus

Schönwald/Oberfr.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546209_0003

Aus dem Institut für Rechtsmedizin
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. H.-B. Wuermeling

Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß
von Agglutinationszeit und -temperatur auf ein
modifiziertes Mischzellagglutinationsverfahren
zur Bestimmung der Blutgruppen nach dem ABO-
System aus eingetrockneten Blutspuren unter-
schiedlichen Alters

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Peter Bauer
aus Schönwald/Oberfr.

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. W. Kersten

Referent: Prof. Dr. H.-B. Wuermeling

Tag der mündlichen Prüfung: 07.07.1980

Meiner Frau

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. <u>Theoretische Einführung</u>	1
1.1 Aufgabenstellung	1
1.2 Geschichte der Blutgruppenbestimmung	1
1.2.1 Indirekte Blutgruppenbestimmung an eingetrockneten Blutspuren	1
1.3 Prinzipien der Mischzellagglutinationsreaktion	2
1.4 Technik des Mischzellagglutinationsverfahrens	3
2. <u>Methodik und verwendete Materialien</u>	4
2.1 Methodik des Vorgehens	4
2.2 Verwendete Materialien	5
2.2.1 Blutproben	5
2.2.2 Verwendete Antiseren und Testerythrozy- ten	6
2.2.3 Folien	7
2.2.4 Klebstoff	7
2.2.5 Kochsalzlösung	7
2.2.6 Weitere Geräte	8
2.2.7 Deckgläser	8
3. <u>Vorversuche</u>	9
3.1 Spurenmaterial der Vorversuche	9
3.2 Methodisches Vorgehen bei den Vorversuchen	9
3.3 Beschreibung der Versuchsdurchführung	10
3.3.1 Bekleben der Folien mit dem Spuren- material	10
3.3.2 Inkubationsphase	12
3.3.3 Spülphase I	13
3.3.4 Agglutinationsphase	13
3.3.5 Spülphase II	14
3.3.6 Mikroskopische Beurteilung der Unter- suchungsergebnisse	14

3.4	Besprechung der Ergebnisse der Vorversuche	15
3.4.1	Folien	15
3.4.2	Fadenbehandlung	15
3.4.3	Klebstoff	17
3.4.4	Deckgläser	17
3.4.5	Spülvorgang	18
3.4.6	Inkubationsphase	18
3.4.7	Agglutinationsphase	19
3.4.8	Mikroskopische Beurteilung	19
4.	<u>Hauptversuche</u>	20
4.1	Methodisches Vorgehen bei den Hauptversuchen	20
4.2	Verwendetes Untersuchungsmaterial	21
4.2.1	Spurenmaterial	21
4.2.2	Spurenalter	21
4.3	Anwendung der in den Vorversuchen (3.3 und 3.4 erprobten Versuchsbedingungen)	21
4.3.1	Verwendung der Folien	21
4.3.2	Verteilung von Antiseren und Test-erythrozyten	22
4.3.3	Inkubationsphase	23
4.3.4	Spülvorgang	23
4.3.5	Agglutinationsphase	23
4.4	Bewertungsmaßstab	23
4.5	Versuchsergebnisse	25
4.5.1	Ergebnisse bei Spurenalter: 1-4 Tage	25
4.5.2	Ergebnisse bei Spurenalter: 5-14 Tage	31
4.5.3	Ergebnisse bei Spurenalter: 15-30 Tage	37
4.5.4	Ergebnisse bei Spurenalter: 1-2 Monate	43
4.5.5	Ergebnisse bei Spurenalter: 2-6 Monate	49
4.5.6	Ergebnisse bei Spurenalter: 1/2-1 Jahr	55
4.5.7	Ergebnisse bei Spurenalter: 1-2 Jahre	61

	Seite
4.6 Auswertung der Versuchsergebnisse	67
4.6.1 Abhängigkeit der Agglutinationsstärke von Agglutinationszeit und -temperatur	67
4.6.1.1 Spurenalter: 1-4 Tage	67
4.6.1.2 Spurenalter: 5-14 Tage	68
4.6.1.3 Spurenalter: 15-30 Tage	69
4.6.1.4 Spurenalter: 1-2 Monate	70
4.6.1.5 Spurenalter: 2-6 Monate	71
4.6.1.6 Spurenalter: 1/2-1 Jahr	72
4.6.1.7 Spurenalter: 1-2 Jahre	73
4.6.2 Abhängigkeit der Agglutinationsstärke von der Aufbewahrungsart der Blut- fleckchen im Hellen oder im Dunkeln	75
4.6.3 Abhängigkeit der Agglutinationsstärke von der Gruppenzugehörigkeit der Blut- spur und der Anti-Seren	77
4.6.4 Auftreten von Pseudoagglutinationen	80
4.6.4.1 Häufigkeit der Pseudoagglu- tinationen bei den einzelnen Blutgruppen bzw. Antiseren (Tabelle zu 4.6.3)	80
4.6.4.2 Häufigkeit der Pseudoagglu- tinationen bei unterschiedli- chen Versuchsbedingungen während der Agglutinationsphase	80
5. <u>Diskussion der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit</u>	82
5.1 Diskussion des modifizierten Mischzellagglu- tinationsverfahrens	82
5.2 Diskussion der Ergebnisse der Hauptversuche	83
5.2.1 Einfluß der Aufbewahrungsart (4.6.2)	83
5.2.2 Einfluß der Blutgruppenzugehörigkeit (4.6.3)	83
5.2.3 Einfluß von Agglutinationszeit und Agglutinationstemperatur bei unter- schiedlichem Spurenalter (4.6.1)	84
6. <u>Zusammenfassung</u>	85

1. Theoretische Einführung

1.1 Aufgabenstellung

Die vorliegende Arbeit ist darauf angelegt, methodische Verbesserungen des Mischzellagglutinationsverfahrens zu erarbeiten und den Einfluß von Agglutinationszeit und -temperatur auf dieses Verfahren an eingetrockneten Blutspuren unterschiedlichen Alters herauszufinden, um die Sicherheit der Blutgruppenbestimmung mit dieser Methode zu erhöhen.

1.2 Geschichte der Blutgruppenbestimmung

Karl Landsteiner entdeckte 1901 die, heute "Klassisch" genannten, ABO-Blutgruppen. Es stellte sich schon sehr bald heraus, daß diese Entdeckung zu den wichtigsten in der Medizin gehörte. 1930 wurde Karl Landsteiner auch dafür mit dem Nobelpreis ausgezeichnet.

Man erkannte weiter sehr schnell, daß die Blutgruppeneigenschaften allen anderen Erbmerkmalen überlegen sind, was die Sicherheit ihrer Feststellbarkeit und der Konstanz für das ganze Leben betrifft. Deshalb wurde auch auf diesem Gebiet intensiv weiter geforscht, und heute sind über ein Dutzend verschiedene Blutgruppensysteme mit insgesamt weit über hundert Blutgruppenmerkmalen (Blutgruppenantigenen) bekannt.

1.2.1 Indirekte Blutgruppenbestimmung an eingetrockneten Blutspuren

Für die Rechtsmedizin ist die Blutgruppenbestimmung vor allem für Paternitätsfragen und für die Identifizierung von Blut-

spuren, die oft bei Verbrechen gefunden werden, von entscheidender Bedeutung. Lange Zeit jedoch war die Bestimmung der Blutgruppen von eingetrocknetem Blut ein unlösstes Problem, denn wenn Blut eintrocknet, werden die Erythrozyten als Zellen zerstört und für die bis dahin üblichen Agglutinationsmethoden untauglich. Später erkannte man, daß die Blutgruppensubstanz, die in den Blutkörperchen vorhanden ist, und die Isoagglutinine, die im Serum vorhanden sind, dabei nicht zerstört werden. Diese Tatsache wird von allen in der Folge entwickelten Verfahren zur Identifizierung der Blutgruppen aus eingetrocknetem Blut ausgenutzt.

So beruht die Methode nach Lattes auf dem Vorhandensein von Agglutininen in der Spur, während mit der Absorptionsmethode (Schiff 1929, Holzer 1931), dem Absorptions-Elutionsverfahren (Nickolls u. Pereira 1962) und der Mischzellagglutinationsreaktion (Coombs und Pedford 1955) die in der Spur vorhandenen Blutgruppensubstanzen nachgewiesen werden. Der große Vorteil der Mischzellagglutination gegenüber dem klassischen Absorptionsversuch liegt in der um den Faktor 1000 höheren Empfindlichkeit, wodurch eine sichere Identifizierung der Blutgruppen auch anhand minimalster Spurenmengen ermöglicht wird.

1.3 Prinzipien der Mischzellagglutinationsreaktion

Wie schon erwähnt, bleiben auch bei eingetrockneten Blutspuren die blutgruppenspezifischen Agglutinogene erhalten und sind in der Lage, die entsprechenden Agglutinine eines Antiserums zu binden. Diese Tatsache nutzt man bei den Mischzellagglutinationsreaktionen aus. Durch den Zusatz von Testerythrozyten bekannter Blutgruppe können diese gebundenen Agglutinine einwandfrei identifiziert werden.

Die Theorie der Mischzellagglutinationsreaktion besagt, daß die bivalenten Agglutinine jeweils nur mit einer Valenz an die entsprechenden Agglutinogene der Blutspur binden können, während mit der zweiten Valenz die Bindung zu einem Agglutinogen der Oberfläche eines bekannten Testerythrozyten gleicher Blutgruppe hergestellt wird. Mit Hilfe eines Mikroskops, das entsprechend vergrößert, kann man beurteilen, ob es zu einer Anlagerung von Testerythrozyten gekommen ist oder nicht.

1.4 Technik des Mischzellagglutinationsverfahrens

Reines Leinengewebe, an dem Blut angetrocknet ist, eignet sich gut für dieses Verfahren. Dazu werden einzelne, einen Zentimeter lange, Fäden aus blutbeflecktem Gewebe genommen, auf eine durchsichtige Unterlage geklebt und sorgfältig aufgefásert. Ein Tropfen Antiserum wird auf jeden Faden gegeben. Während der sich anschließenden Inkubationsphase binden sich die Agglutinine des Antiserums an die Blutgruppensubstanzen der Blutspur. Nach einer gewissen Zeit wird das überschüssige Antiserum gründlich abgespült und jeder Faden mit Testerythrozyten versetzt. In der nun folgenden Agglutinationsphase lagern sich die Testerythrozyten an die vorbehandelten Fäden an. Die Stärke der erfolgten Anlagerung kann jetzt unter einem geeigneten Mikroskop beurteilt werden.

2. Methodik und verwendete Materialien

2.1 Methodik des Vorgehens

Die experimentellen Arbeiten wurden von zwei Untersuchern gemeinsam durchgeführt.

- 2.1.1 Während der Vorversuche wurden einige in der Literatur angegebenen Verfahrenstechniken erprobt. Eigene Modifikationen wurden dabei entwickelt, die die Durchführung des Mischzellagglutinationsverfahrens vereinfachen sollen. Darüber hinaus wurden auch verschiedene Materialien auf ihre Eignung für dieses Verfahren untersucht. Während der Vorversuche wurde vor allem auch die Frage geklärt, wie die Versuchsbedingungen standardisiert werden müßten, um in den folgenden Hauptversuchen den Einfluß der variablen Größen auf die Ergebnisse eindeutig zuordnen zu können.
- 2.1.2 Während der Hauptversuche wurde der Einfluß von vier variablen Größen auf das Zustandekommen von beurteilbaren Ergebnissen untersucht. Als Variable dienten Agglutinationszeit und Agglutinationstemperatur, Inkubationszeit und Inkubationstemperatur. Damit der unterschiedliche Einfluß dieser Größen auf die Blutspuren verschiedenen Alters ermittelt werden konnte, sind sämtliche Vorversuche als Parallelversuche an Proben unterschiedlichen Spurenalters durchgeführt worden. In den Hauptversuchen sind die in den Vorversuchen erarbeiteten optimalen und standardisierten Versuchsbedingungen angewandt worden.

Die vorliegende Arbeit umfaßt die Auswertung der Einflüsse von Agglutinationszeit und Agglutinations-

temperatur auf die Versuchsergebnisse unter Berücksichtigung der Auswertung bezüglich Inkubationszeit und Inkubationstemperatur.

2.2 Verwendete Materialien

2.2.1 Blutproben

Die bei den Experimenten verwendeten Blutproben wurden einerseits von der Blutbank der Universität Erlangen-Nürnberg (Leiter Prof. Dr. Schricker) andererseits von freiwilligen Spendern bereitgestellt. Dabei wurde Blut der Blutgruppen A, B, AB und O von jeweils mindestens 5 verschiedenen Spendern untersucht.

Folgende Blutproben wurden verwendet:

Blutgruppe	Zahl d. Spender	Tag der Blutentnahme
A	2	10.04.1978
	1	14.04.1978
	2	02.10.1978
B	1	14.03.1978
	2	10.04.1978
	2	14.04.1978
	1	02.10.1978
A ₂ B	1	14.03.1978
A ₁ B	2	10.04.1978
A ₁ B	2	14.04.1978
A ₁ B	1	02.10.1978
O	2	10.04.1978
	2	14.04.1978
	1	02.10.1978

Sofort nach der Blutentnahme aus den Oberarmvenen wurde die Blutprobe, die ohne jeglichen Zusatz war, mit einer Glaskapillarpipette auf weißes Leinengewebe aufgebracht, so daß mehrere einzelne Blutflecke entstanden. Das weiße Leinen war zuvor eine halbe Stunde lang in reinem Leitungswasser ohne Wärmemittelzusatz gekocht worden. Nach dem Trocknen wurde es nicht gebügelt.

Die eine Hälfte der Blutflecke einer jeden Probe wurde ständig dunkel aufbewahrt, die andere Hälfte dem Tageslicht ausgesetzt.

2.2.2 Verwendete Antiseren und Testerythrozyten

Es wurden Testseren der Fa. ASID verwendet, und war

Anti - A

Anti - B

Anti - A+B

(Hersteller: ASID Bonz u. Sohn GmbH München Lohof).

Für die Agglutination wurden: "Typogen-Testerythrozyten für die Serumgegenprobe" angewendet

(Hersteller: Fa. Dr. Molter GmbH 6900 Heidelberg 1)

Testerythrozyten folgender Blutgruppen wurden verwandt:

A₁ (D neg.)

A₂ (D neg.)

B (D neg.)

und zwar in einer gebrauchsfertigen, ca. 5 %igen Erythrozytensuspension in einer speziellen Stabilisatorlösung.

2.2.3 Folien

Folgende Folien wurden auf ihre Verwendbarkeit hin untersucht:

- a) Celluloseacetatfolien, Stärke 0.4 mm, klarsichtig
der Firma: A. Warne and Co Ltd.

153 Queen Viktoria Street
GB-London
EC 4

- b) Polycarbonat-Folien, Stärke 0.75 mm, klarsichtig
der Firma: Visifer Laboratory Supply Co.

Pegasus-Road
Croydon Airport
Surrey

Von diesen beiden Folienarten wurden mehrere Exemplare feundlicherweise von Herrn H.D. Howard, Home Countries Forensic Science Laboratory, Aldermston, Berkshire, England zur Verfügung gestellt.

- c) Polycarbonat-Folien, Stärke 0,7 mm und 0,8 mm,
translucent:

Die Fa. Patig, Kunststoffe, Heuwaagstraße 11.
8520 Erlangen lieferte sie.

2.2.4 Klebstoff

Zunächst wurde der PVC-Kleber "Plexigum" verwendet, der mit Tetrachlorkohlenstoff in zähflüssige Konsistenz gebracht wurde. Als Vereinfachung wurde später normaler "Tesafilm" aus dem Kaufhaus verwendet.

2.2.5 Kochsalzlösung

Als Spülwasser wurde eine 0,85 % NaCl-Lösung jeweils frisch unter Verwendung von destilliertem Wasser hergestellt.

2.2.6 Weitere Geräte

Zur Erzielung der jeweils gewünschten Inkubationstemperatur bzw. Agglutinationstemperatur wurde ein Heißluftgebläseofen verwandt. Die Fäden wurden nach der Agglutinationsphase unter einem Mikroskop begutachtet, das eine 120-fache Vergrößerung zuließ.

Die Kennzeichnung und Aufteilung in Felder auf den Folien wurde mit einem wasser- und wischfestem Markierungsstift vorgenommen. Die Folien wurden nach dem Spülgang der Inkubationsphase mit Filterpapier oder Papier-Haushaltstüchern getrocknet. Als Naßkammern wurden gut verschließbare Plastikdosen aus dem Kaufhaus (Abmessungen: 15 cm x 20 cm x 4 cm entsprechend der verwendeten Foliengröße) folgendermaßen zubereitet: Der Deckel jeder Dose wurde mit Filterpapier belegt, welches mit Tesafilmstreifen befestigt wurde, so daß es nicht auf den Boden der Dose fallen konnte und auch nicht zu stark durchhing. Vor jedem Versuchstag wurde das Papier gut angefeuchtet. Damit wurde das Austrocknen der Fäden während der Inkubations- bzw. Agglutinationsphase verhindert und auch ein Berühren der Folien durch das Filterpapier.

2.2.7 Deckgläser

Als geeignet wurden Deckgläser zum Mikroskopieren befunden, die entweder rund waren und einen Durchmesser von 10-12 mm hatten oder rechteckig ca. 12x12 mm maßen.

3. Vorversuche

Um mit der Handhabung des Mischzellagglutinationsverfahrens vertraut zu werden, wurden zunächst bei den ersten Versuchsreihen exakt die Arbeitsvorschriften beachtet, die Ishiyama und T. Okada (1975) erarbeiteten, als sie die Anwendungsmöglichkeiten der modifizierten Mischzellagglutinationsreaktion für die forensische Serologie untersuchten. Es wurde aber von vornherein auf die üblichen Objektträger verzichtet, zugunsten von Kunststofffolien, auf denen das Spurenmaterial untersucht wurde, in Anlehnung an H.D. Howard und P.D. Martin (1969), die diese Möglichkeit bereits für die Blutgruppenbestimmung nach dem Absorption-Elutions-Verfahren vorgeschlagen hatten. Als Vorteil bei der Verwendung von Folien ist neben finanzieller Einsparung auch die Möglichkeit zu werten, daß aufgrund der Foliengröße Serienuntersuchungen, mit relativ geringem technischen Aufwand, vorgenommen werden können.

3.1 Spurenmaterial der Vorversuche

Verwendet wurden Blutproben von je einem Spender der Blutgruppe A, B, AB und O, die analog 2.2.1 vorbereitet wurden. Nachdem die Blutflecken auf dem Leinengewebe vollständig getrocknet waren, wurden über einen Zeitraum von 40 Tagen jeweils einzelne Fäden aus den verschiedenen Flecken zur Untersuchung herauspräpariert. Die ca. 1 cm langen Fäden wurden im Abstand von einem bis maximal drei Tagen entnommen. Aufbewahrt wurden diese Proben alle bei Zimmertemperatur.

3.2 Methodisches Vorgehen bei den Vorversuchen

Jede Versuchsreihe wurde mit acht Folien durchgeführt, die nach dem Schema der Abb. 1 mit Fäden beklebt waren; je vier

Folien waren mit Fäden beklebt, die von im Dunkeln aufbewahrten Blutflecken stammten und mit Fäden aus Blutflecken, die dem Tageslicht ausgesetzt waren.

An 25 Versuchstagen wurden insgesamt 108 Versuchsreihen durchgeführt. Demnach lag das Spurenalter zwischen einem und 40 Tage.

Wie unter 3.3 beschrieben werden wird, erfolgte die Erprobung der Versuchsbedingungen, indem Zeitdauer und Temperatur bei Inkubation, Agglutination und Spülphase variiert wurden. Weiter wurde die NaCl-Konzentration des Spülwassers verändert, ebenso die verschiedenen Folienarten und Klebstoffe und schließlich unterschiedliche Einstellungen des Mikroskops unter dem Einfluß verschiedener Filter erprobt.

Damit gesicherte Aussagen über den Einfluß einer dieser Größen auf das Zustandekommen der Untersuchungsergebnisse gemacht werden können, wurde jede einzelne Variationsmöglichkeit in Parallelversuchsreihen mindestens zehnmal durchgeführt.

3.3 Beschreibung der Versuchsdurchführung

3.3.1 Bekleben der Folien mit dem Spurenmaterial

Während der Vorversuche wurden Celluloseacetatfolien (0,4 mm), Polykarbonatfolien (0,75 mm, klarsichtig) und Polykarbonatfolien (0,7 mm und 0,8 mm translucent) verwendet mit den Abmessungen 10 cm x 10 cm. Ein möglicher Einfluß des Folienmaterials auf die Versuchsergebnisse wurde in 30 Parallelversuchsreihen mit gläsernen Objektträgern untersucht.

Die Folien wurden mit einem Markierungsstift in etwa 2 x 2,5 cm große Kästchen aufgeteilt und nach folgendem Schema (Abb. 1) mit Fäden aus den einzelnen Blutflecken beklebt.

A	A	K
B	B	K
AB	AB	K
C	O	K

Abbildung 1: Schema zum Bekleben der Folien mit Fäden aus den jeweiligen Blutflecken.

K: Kontrollfäden (Leerkontrolle)

Zur sicheren Beurteilung wurden dabei immer zwei Fäden aus dem gleichen Blutfleck entnommen und auf einer Folie untersucht. Zusätzlich wurde als Leerkontrolle immer ein Faden aus dem Stoffgewebe neben dem Blutfleck aufgeklebt.

Alle Versuche erfolgten als Parallelversuche mit Fäden aus heller und dunkler Aufbewahrung.

Zum Festkleben der Fäden wurde anfangs der Kleber Plexigum im Lösungsmittel in zähflüssiger Konsistenz, später einseitig beschichteter Klebefilm verwandt. Eine Reihe von Fäden wurde nach Abb. 1 auf die Folie gelegt und mit einem ca. 10 cm langen und ca. 0,6 cm breiten Klebestreifen auf der Folie zusammen befestigt. Dieses Vorgehen ist viel zeitsparender als die einzelne Befestigung eines jeden Fadens. Anschließend wurde der Klebestreifen fest angedrückt und die Fäden mit Hilfe von zwei Präpariernadeln vorsichtig aufgefásert (Abb. 2). Dieses Auffásern muß sehr gründlich durchgeführt werden, denn es erleichtert

dann die Beurteilung unter dem Mikroskop erheblich. Weiter ist darauf zu achten, daß keine Fasern lose auf der Folie liegen und auch keine Krusten eingetrockneten Blutes, sie müssen gegebenenfalls sorgfältig entfernt werden.

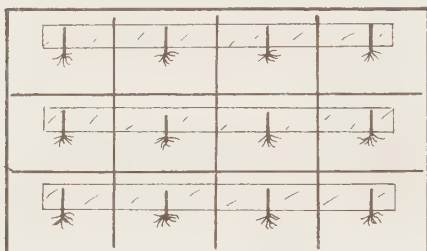


Abbildung 2: Mit Klebefilm befestigte Fäden, die am freien Ende sorgfältig aufgefaserst sind

3.3.2 Inkubationsphase

Stimmen Blutgruppe und Antiserum überein, so lagern sich die Antikörper des Antiserums an die Blutgruppensubstanzen des Spurenmaterials an.

Alle Fäden einer Folie wurden mit je einem Tropfen einer Art von Antiserum versehen und jede Folie anschließend in eine Naßkammer gegeben, wie sie in 2.2.6 beschrieben wurde. Die Folien verblieben dort für die Dauer der Inkubationsphase, die für einzelne Versuchsreihen unterschiedlich zwischen 5 Minuten und 48 Stunden gewählt wurde. Die Temperatur während der Inkubationsphase wurde konstant gehalten und für die verschiedenen Versuchsreihen zwischen Zimmertemperatur (21 °C) und 60 °C variiert. Es empfiehlt sich, die nassen Kammern bei Inkubationszeiten über 12 Stunden in hitzebeständige Klarsichtfolie (Bratfolie) einzuwickeln, um dadurch ein Eintrocknen der Antiseren zu verhindern.

3.3.3 Spülphase I

Als Spülwasser wurden Lösungen von NaCl in destiliertem Wasser unterschiedlicher Konzentrationen und Temperaturen verwandt. Um das Antiserum und alle nicht an Agglutinogene gebundenen Agglutinine sicher zu entfernen, wurden die Folien zunächst mit einer Plastikspritzenflasche sorgfältig, aber schonend, systematisch abgespült. Danach wurden die Folien noch in einen Spülwasserbehälter mit ca. 5 l Fassungsvermögen gegeben. Hier verblieben sie zwischen 5 Minuten und einer halben Stunde. Für die mit Antiserum A, Antiserum B und Antiserum A+B behandelten Folien stand je ein Spülbehälter bereit, so daß Verunreinigungen vermieden wurden. Anschließend wurden die Folien mit Papierhandtüchern bzw. Filterpapier sorgfältig getrocknet. Damit wird eine zu starke Verdünnung der danach aufgetragenen Testerythrozyten verhindert, außerdem ein Ineinanderfließen. Zu beachten ist auch noch, daß die Fäden beim Trockentupfen möglichst wenig berührt werden. Das überschüssige Wasser soll vielmehr aus der Nähe der Fäden mit dem Papier abgesaugt werden.

3.3.4 Agglutinationsphase

Wenn in der vorausgegangenen Inkubationsphase eine Bindung von Agglutininen an die Blutspur erfolgt ist, lagern sich während der Agglutinationsphase die entsprechenden Testerythrozyten daran an.

Jeder Faden wurde mit einem Tropfen einer 5 % Testerythrozytenaufschwemmung versehen, wobei die Art der Testerythrozyten für die einzelnen Folien entsprechend der verwendeten Antiseren gewählt wurde.

Es wurden also

- Folie 1: Antiserum A
 mit Testerythrozyten A
- Folie 2: Antiserum B
 mit Testerythrozyten B
- Folie 3: Antiserum A+B
 mit Testerythrozyten A
- Folie 4: Antiserum A+B
 mit Testerythrozyten B

beschickt.

Daraufhin kamen die Folien zur Agglutinationsphase wieder in die feuchten Kammern, wo sie für die jeweils gewählte Zeitdauer von 5, 10, 20, 60 oder 120 Minuten bei jeweils konstanten Temperaturen von 21° (Zimmertemperatur), 37 °C, 45 °C oder 60 °C, verblieben.

3.3.5 Spülphase II

Die Folien wurden danach umgekehrt, also mit den Fäden voraus, auf die Wasseroberfläche von Spülwasserbehältern gelegt, die mit etwa 1 l Kochsalzlösung gefüllt waren. Verschiedene NaCl-Konzentrationen und Temperaturen des Spülwassers wurden erprobt. Die Spüldauer betrug zwischen 5 Minuten und 60 Minuten, wobei die Folien schwimmend auf dem Spülwasser verblieben. Die nicht gebundenen und überschüssigen Testerythrozyten fielen während dieser Zeit von den Fasern ab. Gelegentliche leichte Schüttelbewegungen an den Folien unterstützten diesen Vorgang.

3.3.6 Mikroskopische Beurteilung der Untersuchungsergebnisse

Jedes Faserende wurde mit einem Deckglas belegt. Es wurde auch in Parallelversuchen ohne Deckgläser abgeklärt, ob

das Auflegen der Deckgläser die Agglutination beeinflusst.

Die Beurteilung der Untersuchungsergebnisse erfolgte dadurch, daß jeder einzelne Faden bei der Vergrößerung von 120 x unter dem Mikroskop betrachtet wurde. Auch eine Vergrößerung von 40 x wurde erprobt, darüber hinaus auch die Anwendung von Rot-, Blau- und Graufiltern.

3.4 Besprechung der Ergebnisse der Vorversuche

3.4.1 Folien

Die in der Literatur empfohlenen 0,4 mm starken Celluloseacetatfolien zeigten bei der Verwendung in der feuchten Kammer und auch beim Spülen ein nachteiliges Verhalten: Sie wölbten sich stark, wodurch es oftmals zum Verfließen der Antiseren und der Erythrozytensuspensionen kam. Mehrmals stießen sie dabei sogar an den Kammerdeckel an, wobei die Antiseren durch das dort angebrachte Filterpapier abgesaugt wurden.

Die Stabilität der 0,7 - 0,8 mm starken Polycarbonatfolien verhinderte einerseits dieses Durchwölben im feuchten Milieu und erwies sich andererseits auch als günstig für die Handhabung beim Mikroskopieren. Da die Beschaffung translucenter Folien weniger Schwierigkeiten machte, wurden ausschließlich diese für die Hauptversuche verwendet, zumal die Lichtschwächung beim Mikroskopieren bei der Verwendung translucenter Folien anstelle von klarsichtigen nur vernachlässigbar wenig größer war.

3.4.2 Fadenbehandlung

Eine Fadenlänge von minimal 3-4 mm ist unbedingt erforderlich, um einmal den Faden an der Folie zu befestigen und

zum andern das freie Fadenende noch mit einem Deckglas versehen zu können. Günstig erwies sich für die Versuche eine Fadenlänge von 1 cm.

Wesentlich war das sorgfältige Auffasern der freien Fadenenden. So beeinträchtigte ein mangelhaftes Auffasern die Effektivität der Spülvorgänge, wodurch es zur Retention der Testerythrozyten kam, die sich störend auf die Beurteilbarkeit des Ausmaßes der erfolgten Agglutination auswirkte oder gar Agglutination vortäuschte (Pseudoagglutinationen).

Sorgfältig aufgefaserte Fäden erleichterten aufgrund ihrer geringeren Materialstärke das Auflegen der Deckgläser. Außerdem lassen sich nur an einzelnen Fasern unter dem Mikroskop Mischzellagglutinationen eindeutig ablesen. Das von Nickolls und Pereira empfohlene Vorgehen, nach dem das Auffasern erst nach Auftragen der Antiseren erfolgt, verhindert das Ablösen von Blutstaub oder von Faserteilchen und somit eine mögliche Verunreinigung von Nachbarfäden. Bei den hier durchgeführten Versuchen mußte auf diesen Vorteil allerdings verzichtet werden; denn bei der großen Zahl von Fäden pro Folie ergeben sich zu große Zeitunterschiede für die Einwirkungsdauer der Antiseren auf die einzelnen Fasern, da das Auffasern aller Fäden einer Folie trotz einiger Übung noch zehn Minuten dauert. Damit wäre die Standardisierung der Versuchsbedingungen nicht mehr ausreichend gewesen.

Ferner war darauf zu achten, die Fäden so in die vorgesehenen Markierungsfelder einzukleben, daß das freie Fadenende nicht auf eine Markierungslinie zu liegen kam, was eine mikroskopische Bewertung unmöglich machte.

3.4.3 Klebstoff

Der zunächst verwendete Klebstoff Plexigum im Lösungsmittel erwies sich als wenig geeignet:

- Eine Wiederverwendung der Folien war nicht möglich
- Das Trocknen des Klebstoffes bedeutete einen Zeitverlust (ca. 10 Min.)
- Die Materialstärke des Klebstofftropfens erschwerte das Auflegen der Deckgläser
- Das Aufkleben, insbesondere kürzerer Fäden, erwies sich als sehr schwierig.

Wesentlich einfacher gestaltete sich das Aufkleben mit Hilfe von Klebestreifen, die sich nach Beendigung der einzelnen Versuche mühelos wieder von den Folien entfernen ließen. Die Klebekraft des Klebefilms erwies sich für die Versuchsbedingungen als völlig ausreichend; es kam im Verlauf der Versuchsreihen in keinem Fall zum Ablösen eines Fadens. Zwar löste sich nach langer Inkubationsdauer in der feuchten Kammer bei der Weiterbehandlung der Folien gelegentlich ein Klebestreifen ab, doch blieb die Klebeschicht mit den Fäden dabei stets an der Folie fest haften.

3.4.4 Deckgläser

Die anfängliche Befürchtung, durch den beim Auflegen der Deckgläser entstehende Druck könnte die Testerythrozyten gegen die Fasern **gepreßt**, und dadurch eine Mischzellagglutination vorgetäuscht werden, bestätigte sich nicht. In zahlreichen Parallelversuchen wurde abgeklärt, daß das Auflegen der Deckgläser keinen erfaßbaren Einfluß auf die Versuchsergebnisse hatte. Dagegen wurde die Einstellung der Bild-

schärfe beim Mikroskopieren durch die Verwendung von Deckgläsern wesentlich erleichtert.

3.4.5 Spülvorgang

Physiologische Kochsalzlösung eignet sich am besten als Spülwasser, wobei Schwankungen der NaCl-Konzentration in einem Bereich von 0,8 % - 1,0 % die Ergebnisse in keiner Weise beeinträchtigten. Bedingt durch die relativ geringe osmotische Resistenz der Testerythrozyten wirkten sich dagegen größere Abweichungen der NaCl-Konzentration erwartungsgemäß negativ auf die Beurteilbarkeit der Versuchsergebnisse aus.

Die von P.D. Martin und Howard vorgeschlagene Verwendung von eiskaltem Spülwasser zeigte gute Erfolge. Doch eine Erhöhung der Spülwassertemperatur bis auf + 15 °C bewirkte keine erfaßbaren Unterschiede bei den Versuchsergebnissen. Dagegen gab es wesentlich weniger deutliche Ergebnisse, wenn in der Spülphase II das Spülwasser Zimmertemperatur hatte. Möglicherweise lösen sich bei höheren Temperaturen die agglutinierten Testerythrozyten in merklichem Ausmaß wieder ab. Zudem war in dieser Spülphase auch ein besonders schonendes Vorgehen gemäß 3.3.5 wesentlich für die spätere Beurteilbarkeit. Eine Spüldauer von 15 Minuten erwies sich in beiden Spülphasen als unbedingt erforderlich.

3.4.6 Inkubationsphase

Eine genaue Überprüfung des Einflusses von Inkubationszeit und Inkubationstemperatur auf die Beurteilbarkeit der Mischzellagglutination erfolgte in der Auswertung der Hauptversuche des zweiten Untersuchers dieser experimentellen Arbeiten.

Schon aus den Vorversuchen ergab sich, daß die von Martin und Howard beschriebenen guten Erfahrungen mit Inkubationszeiten von 12 Std. und mehr, sich bei den hier durchgeführten Versuchsbedingungen nicht bestätigten; die Zahl der Fehlbeurteilungen in diesen Fällen betrug etwas mehr als 5 %.

Einige Male kam es bei langen Inkubationszeiten und bei höheren Inkubationstemperaturen ($> 45^{\circ}\text{C}$) zum Eintrocknen der Antiseren, trotz Aufbewahrung in den feuchten Kammern. Inkubationszeiten von weniger als 15 Minuten ergaben mehrfach unklare Ergebnisse. Als günstig erwiesen sich Inkubationszeiten von 20 bis 30 Minuten bei einer Temperatur von 45°C . Entsprechende Ergebnisse ließen sich auch bei Zimmertemperatur erzielen, wenn man die Inkubationszeit auf etwa eine Stunde erhöhte.

3.4.7 Agglutinationsphase

Die genaue Untersuchung des Einflusses von Agglutinationszeit und Agglutinationstemperatur auf die Beurteilbarkeit der Mischzellagglutination ist das Thema der Hauptversuche der vorliegenden Arbeit. Die Vorversuche ließen noch keine einheitlichen Schlußfolgerungen hinsichtlich der Auswirkung dieser Größen auf die Untersuchungsergebnisse zu. Es wurde aber deutlich, daß Agglutinationszeiten unter 5 Minuten keine sichere Beurteilung der Blutgruppe erlauben. Agglutinationstemperaturen über 56°C sind wegen der Thermolabilität der Testerythrozytenproteine nicht anwendbar.

3.4.8 Mikroskopische Beurteilung

Die Verwendung von Filtern brachte keine Verbesserung mit sich. Eine 120fache Vergrößerung ließ die Agglutinationsbilder am eindeutigsten erkennen.

4. Hauptversuche

4.1 Methodisches Vorgehen bei den Hauptversuchen

Die Hauptversuche wurden von den beiden Untersuchern gemeinsam durchgeführt, um den Einfluß der Temperatur während Inkubations- und Agglutinationsphase und deren jeweilige Zeitdauer auf die Agglutinationsstärke im Mischzellagglutinationsverfahren abzuklären, wobei zwischen Spurenmaterial unterschiedlichen Alters und Aufbewahrung im Tageslicht und im Dunkeln unterschieden wurde.

Innerhalb einer Versuchsreihe wurde dabei jeweils eine der vier Größen Inkubationszeit, -temperatur bzw. Agglutinationszeit, -temperatur variiert und die anderen drei konstant gewählt. Um weitere Vergleichsmöglichkeiten zu schaffen, wurden diese drei Konstanten bei den einzelnen Versuchsreihen zu der jeweiligen Variablen allerdings verschieden gewählt.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Auswertung der Versuchsreihen zu den Variablen Agglutinationszeit bzw. -temperatur, wobei die Größen Inkubationszeit und Inkubationstemperatur günstig gewählt wurden. Ein weiterer Teil der Ergebnisse wurde aus dem Vergleich von Versuchsreihen zu den Variablen Inkubationszeit bzw. -temperatur gewonnen, die bei unterschiedlichen Werten von Agglutinationszeit und Agglutinationstemperatur durchgeführt worden waren.

4.2 Verwendetes Untersuchungsmaterial

4.2.1 Spurenmaterial

Zur Untersuchung gelangten Blutproben der Blutgruppen A, B, AB und O von jeweils mindestens 5 Spendern (2.2.1). Das Setzen der Blutspuren und deren Aufbewahrung erfolgte dabei wie unter 2.2.1 beschrieben.

4.2.2 Spurenalter

Die einzelnen Blutspuren wurden über einen Zeitraum von durchschnittlich 1 1/2 Jahren für die Hauptversuche verwendet. Die Entnahme der einzelnen Fäden und deren Untersuchung erfolgte dabei im ersten Monat vom ersten Tag an jeweils in einem Abstand von 1-3 Tagen; im zweiten Monat wöchentlich einmal, in den folgenden vier Monaten alle 3-4 Wochen und danach im etwa vierteljährlichen Abstand. Die ältesten untersuchten Blutspuren waren dabei 23 Monate alt.

4.3 Anwendung der in den Vorversuchen (3.3 und 3.4) erprobten Versuchsbedingungen

4.3.1 Verwendung der Folien

Für die Hauptversuche wurden ausschließlich 0,8 mm starke, translucente Polycarbonatfolien einer Größe von etwa 15 x 10 cm verwendet (3.4.1).

Die Einteilung der Folien erfolgte wie unter 3.3.1 beschrieben. Das Schema zum Bekleben der Folien mit Fäden aus den jeweiligen Blutproben wird aus Abb. 3 ersichtlich. Gemäß den Versuchsbedingungen wurden jeweils drei- oder viermal 4 Folien für eine Versuchsreihe mit je 4 Fäden

der Blutgruppen A, B, AB und O, sowie 4 unbefleckten Kontrollfäden beklebt.

A	B	AB	O	K
A	B	AB	O	K
(A)	(B)	(AB)	(O)	(K)
(A)	(B)	(AB)	(O)	(K)

Abbildung 3: Einteilung der Folien für die Hauptversuche.

Die eingeklammerten Blutgruppen bezeichnen
Fäden aus dunkler Aufbewahrung. K, (K):
Kontrollfäden, Leerkontrolle

Die Fäden der einzelnen Blutgruppen stammten dabei innerhalb einer Versuchsreihe jeweils von der gleichen Blutprobe her. Dabei wurden auf jeder Folie je 2 Fäden der entsprechenden Blutprobe aus heller bzw. dunkler Aufbewahrungsart verglichen.

4.3.2 Verteilung von Antiseren und Testerythrozyten

Alle Fäden einer Folie wurden mit einer Art von Antiserum bzw. (nach Inkubation und Spülen) der zugehörigen Testerythrozytensuspension behandelt. Von jeweils sechs Folien wurde dabei je eine mit

Anti-A und Testerythrozyten A bzw. B
Anti-B und Testerythrozyten B bzw. A
Anti-A+B und Testerythrozyten A
Anti-A+B und Testerythrozyten B

versehen.

4.3.3 Inkubationsphase

Die genaue Überprüfung des Einflusses der Einwirkungsdauer der Antiseren und der dafür gewählten Temperatur erfolgte durch den 2. Untersucher. Die dabei gewonnenen Ergebnisse wurden in dieser Arbeit insofern berücksichtigt, als nur diejenigen Versuchsreihen zur Bewertung herangezogen wurden, für die Inkubationszeit und Inkubationstemperatur günstig gewählt worden waren; bzw. wurden bei diesen Bedingungen weitere Versuchsreihen durchgeführt.

4.3.4 Spülvorgang

Das Spülen der Folien zur Entfernung der überschüssigen Antiseren bzw. Testerythrozyten erfolgte wie unter 3.3.3 und 3.4.5 beschrieben.

4.3.5 Agglutinationsphase

Gemäß Literaturangaben (9, 10, 12, 14) über bisherige Erfahrungen mit Agglutinationszeiten und -temperaturen und nach den in den Vorversuchen gewonnenen Erkenntnissen (3.4.7), wurden während der Agglutinationsphase Temperaturen von 22 °C (Zimmertemperatur), 37 °C und 45 °C gewählt, wobei die Einwirkungsdauer der Testerythrozyten 10, 30, 60 oder 120 Minuten betrug.

Damit sollten die günstigsten Bedingungen während der Agglutinationsphase für die hier erprobte Versuchsanordnung gefunden werden.

4.4 Bewertungsmaßstab

Die mikroskopische Bewertung der Ergebnisse erfolgte bei 120facher Vergrößerung folgendermaßen:

- +++ : starke Agglutination: Testerythrozyten reihen sich perlenschnurartig oder traubenförmig um die Fasern.
- ++ : mittlere Agglutination: An mehreren Stellen reihen sich Testerythrozyten um die Fasern.
- + : schwache Agglutination: Mehrere Testerythrozyten liegen einzeln an den Fasern.
- (+) : keine eindeutige Agglutination: Vereinzelte Testerythrozyten liegen wie zufällig an den Fasern.
- : keine Agglutination: Vereinzelte Testerythrozyten liegen zwischen den Fasern.

Für die unter 4.5 folgenden Tabellen gilt:

Die Tabellen 1, 3, 5 ... 41 enthalten die Versuchsergebnisse bei Fäden aus heller Aufbewahrung.

Die Tabellen 2, 4, 6 ... 42 enthalten die Versuchsergebnisse bei Fäden aus dunkler Aufbewahrung.

4.5 Versuchsergebnisse

4.5.1 Ergebnisse bei Spurenalter: 1-4 Tage

- 25 -

Ergebnisse bei Spurenhalter: 1-4 Tage																						
Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten				
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	12	4				12	4				12	4				13	3			
		B					16					16					16					16
	Anti-B	A					16					16					16					16
		B					16					16					16					16
	Anti-A+B	A	13	3				12	4				11	5				14	2			
		B					16					16					16				2	14
B	Anti-A	A					16					16					16					
		B					16					16					16					16
	Anti-B	A					16					16					16					16
		B	14	2				14	2				15	1				14	2			
	Anti-A+B	A					16					16					16					16
		B	13	3				14	2				13	3				13	3			
AB	Anti-A	A	10	6				11	5				11	5				11	5			
		B					16					16					16				1	15
	Anti-B	A					16					16					16					16
		B	15	1				14	2				14	2				15	1			
	Anti-A+B	A	10	6				10	6				9	7				10	6			
		B	14	2				13	3				14	2				14	2			
O	Anti-A	A					16					16					16					16
		B					16					16					16				1	15
	Anti-B	A					16					16					1	15				16
		B					16					16					16					16
	Anti-A+B	A					16					16					16					16
		B					16					16					16					16
Gesamtergebnis bei		+++	105 (79 %)					100 (78 %)					99 (77,3 %)					104 (81,3 %)				
Bereinstimmung		++	27 (21 %)					28 (22 %)					29 (22,7 %)					24 (18,7 %)				
von Blutspur		+	-					-					-					-				
Anti-Serum		(+)	-					-					-					-				
und Test-Erys		-	-					-					-					-				
Pseudoagglutination			0					0					1					4				
Anzahl der Fäden			16					16					16					16				

Tabelle 1: Agglutinationstemperatur: 22 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten				30 Minuten				60 Minuten				120 Minuten							
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	14	2				14	2				13	3				15	1			
		B					16					16					16					16
	Anti-B	A					16					16					16					16
		B					16					16					16					16
	Anti-A+B	A	13	3				13	3				14	2				14	2			
		B						16					16					16				1
B	Anti-A	A					16					16					16					
		B					16					16					16					16
	Anti-B	A					16					16					16					16
		B	16					16					15	1				16				
	Anti-A+B	A					16					16					1	15				16
		B	14	2				14	2				14	2				14	2			
AB	Anti-A	A	10	6				10	6				12	4				12	4			
		B					16					16					16					16
	Anti-B	A				1	15					16					16					16
		B	15	1				15	1				15	1				15	1			
	Anti-A+B	A	10	6				11	5				10	6				10	6			
		B	13	3				14	2				15	1				14	2			
O	Anti-A	A					16					16					16					16
		B					16					16					16					16
	Anti-B	A					16					16					16			1		15
		B					16					16					16					16
	Anti-A+B	A					16					16					16					16
		B					16					16					16					16
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys			+++	105 (82 %)				107 (83,6 %)				108 (84,4 %)				110 (86 %)						
			++	23 (18 %)				21 (16,4 %)				20 (15,6 %)				18 (14 %)						
			+	-				-				-				-						
			(+)	-				-				-				-						
			-	-				-				-				-						
Pseudoagglutination			1				0				1				2							
Anzahl der Fäden			16				16				16				16							

Tabelle 2: Agglutinationstemperatur: 22 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten				30 Minuten				60 Minuten				120 Minuten							
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	13	3				13	3				12	4				12	4			
		B	-	-	-		16					16					16					16
	Anti-B	A					16					16					16					16
		B					16					16					16					16
	Anti-A+B	A	13	3				13	3				13	3				14	2			
		B						16					16			1		15			3	1
B	Anti-A	A					16					16					16				2	14
		B					16					16					16					16
	Anti-B	A					16					16				1	15			1	1	14
		B	14	2				14	2				14	2				14	2			
	Anti-A+B	A					16				1	15					16					16
		B	13	3				13	3				13	3				14	2			
AB	Anti-A	A	11	5				10	6				10	6				11	5			
		B					1	15			1		15			1		15				1
	Anti-B	A					16					16					16					16
		B	13	3				13	3				13	3				12	4			
	Anti-A+B	A	11	5				10	6				11	5				11	5			
		B	14	2				14	2				15	1				14	2			
O	Anti-A	A					16					16					16					16
		B					16					16					16					16
	Anti-B	A					16					16					16				1	15
		B					16					16					16				1	15
	Anti-A+B	A					16					16				1	15					16
		B					16					16					16				1	15
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	102 (79,7 %)				100 (78 %)				101 (79 %)				102 (79,7 %)							
		++	26 (20,3 %)				28 (22 %)				27 (21 %)				26 (20,3 %)							
		+																				
		(+)																				
		-																				
Pseudoagglutination			1				2				4				12							
Anzahl der Fäden			16				16				16				16							

Tabelle 3: Agglutinationstemperatur: 37 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten				30 Minuten				60 Minuten				120 Minuten							
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	14	2				13	3				14	2				14	2			
		B	-	-	-		16					16					16					16
	Anti-B	A					16					16					16					16
		B					16					16					16					16
	Anti-A+B	A	13	3				13	3				14	2				14	2			
		B					16					16					16				2	14
B	Anti-A	A					16					16					16			1		15
		B					16					16					16				1	15
	Anti-B	A					16					16			2	14					2	14
		B	15	1				16					15	1				16				
	Anti-A+B	A					16					16			1	1	14				1	15
		B	14	2				15	1				14	2				14	2			
AB	Anti-A	A	10	6				11	5				11	5				11	5			
		B					16				1	15					16			1	2	13
	Anti-B	A					16				1	15					16				1	15
		B	14	2				14	2				13	3				15	1			
	Anti-A+B	A	10	6				11	5				12	4				11	5			
		B	15	1				15	1				15	1				15	1			
O	Anti-A	A					16					16					16					16
		B					16					16					16					16
	Anti-B	A					16					16					16			1		15
		B					16					16					16					16
	Anti-A+B	A					16					16					16					16
		B					16					16			2	14						16
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	105 (82 %)				108 (84,4 %)				108 (84,4 %)				110 (86 %)							
		++	23 (18 %)				20 (15,6 %)				20 (15,6 %)				18 (14 %)							
		+																				
		(+)																				
Pseudoagglutination		-																				
		C					2				6				12							
Anzahl der Fäden			16				16				16				16							

Tabelle 4: Agglutinationstemperatur: 37 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																				
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten					
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	
A	Anti-A	A	13	3				14	2				14	2				14	2				
		B					16					16					16					16	
	Anti-B	A					16					16					16					16	
		B					16					16					16					16	
	Anti-A+B	A	12	4				15	1				14	2				15	1				
		B					16					16			1	1	14			2	2	12	
B	Anti-A	A					16					16					16				1	15	
		B					16					16				1	15					16	
	Anti-B	A				1	15				16					1	15			2	2	12	
		B	15	1				15	1				14	2				14	2				
	Anti-A+B	A					16					16			2	1	13				2	14	
		B	14	2				15	1				15	1				15	1				
AB	Anti-A	A	10	6				12	4				11	5				15	1				
		B					16					16					16				1	15	
	Anti-B	A					16					16				1	15			1		15	
		B	14	2				15	1				14	2				14	2				
	Anti-A+B	A	10	6				10	6				11	5				12	4				
		B	13	3				13	3				12	4				13	3				
O	Anti-A	A					16					16					16				1	15	
		B					16					16					16				1	15	
	Anti-B	A					16					16					16				1	15	
		B					16					16					16				1	15	
	Anti-A+B	A					16					16				1	15				1	15	
		B					16					16					16					16	
Gesamtergebnis bei Bereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys			+++	101 (79 %)					109 (85,2 %)					105 (82 %)					112 (87,5 %)				
			++	27 (21 %)					19 (14,8 %)					23 (18 %)					16 (12,5 %)				
			+																				
			(+)																				
			-																				
Pseudoagglutination				1					0					9					17				
Anzahl der Fäden				16					16					16					16				

Tabelle 5: Agglutinationstemperatur: 45 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																				
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten					
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	
A	Anti-A	A	13	3				14	2				13	3				13	3				
		B					16					16					16					16	
	Anti-B	A					16					16					16					16	
		B					16					16					16					16	
	Anti-A+B	A	14	2				15	1				16					16					
		B				1	15					16			1	1	14			1	1	14	
B	Anti-A	A					16					16					16					16	
		B					16					16					16					16	
	Anti-B	A					16					16			1		15					16	
		B	14	2				16					16					15	1				
	Anti-A+B	A					16					16			1	1	14			1	1	14	
		B	13	3				14	2				15	1				15	1				
AB	Anti-A	A	11	5				11	5				11	5				11	5				
		B					16					16					16				1	15	
	Anti-B	A					16					16					16				2	14	
		B	16					16					15	1				16					
	Anti-A+B	A	11	5				11	5				10	6				11	6				
		B	12	4				13	3				13	3				13	3				
O	Anti-A	A					16					16					16			1	1	14	
		B					16					16					16					16	
	Anti-B	A					16					16					16					16	
		B					16					16					16					16	
	Anti-A+B	A					16					16					16					16	
		B					16					16					16					16	
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	104 (81,3 %)					110 (86 %)					109 (85,2 %)					110 (86 %)					
		++	24 (18,7 %)					18 (14 %)					19 (14,8 %)					18 (14 %)					
		+																					
		(+)																					
		-																					
Pseudoagglutination			1					0					6					9					
Anzahl der Fäden			16					16					16					16					

Tabelle 6: Agglutinationstemperatur: 45 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																									
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten										
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-						
A	Anti-A	A	6	9				6	9				5	7				6	6									
		B					15				15					12					12							
	Anti-B	A					15				15					12					12							
		B					15				15			1	11				1	1	10							
	Anti-A+B	A	6	9				7	8				6	6				5	7									
		B					15				15			1	11							12						
B	Anti-A	A					15				15					12				1	11							
		B					15				15					12					12							
	Anti-B	A					15				15					12					12							
		B	8	7				8	7				6	6				7	5									
	Anti-A+B	A					15				15				1	11				1	11							
		B	7	8				7	8				6	6				8	4									
AB	Anti-A	A	4	11				6	9				4	8				5	7									
		B					15				15					12					12							
	Anti-B	A					15				15					12					12							
		B	7	8				8	7				7	5				7	5									
	Anti-A+B	A	4	11				5	10				4	8				4	8									
		B	6	9				7	8				6	6				6	6									
O	Anti-A	A					15				15					12					12							
		B					15				15					12					12							
	Anti-B	A					15				15					12			1		11							
		B					15				15					12					12							
	Anti-A+B	A					15				15					12					12							
		B					15				15					12			1		12							
Gesamtergebnis bei			+++	48 (40 %)					54 (45 %)					44 (45,8 %)					48 (50 %)									
bereinstimmung			++	72 (60 %)					66 (55 %)					52 (54,2 %)					48 (50 %)									
on Blutspur			+																									
Anti-Serum			(+)																									
und Test-Erys			-																									
pseudoagglutination				0					0					3					6									
Anzahl der Fäden				15					15					12					12									

Tabelle 7: Agglutinationstemperatur 22 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten				30 Minuten				60 Minuten				120 Minuten							
			+++	++	+	(+)	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	
A	Anti-A	A	6	9			6	9			5	7				5	7					
		E					15				15					12				12		
	Anti-B	A					15				15					12				12		
		E					15				15					12				12		
	Anti-A+B	A	5	10			6	9			7	5				6	6					
		E					15				15					12				12		
B	Anti-A	A					15				15					12				12		
		B					15				15					12		1		11		
	Anti-B	A					15				15					12				12		
		B	8	7			8	7			7	5				7	5					
	Anti-A+B	A					15			1	14					12			2	10		
		E	8	7			8	7			7	5				7	5					
AB	Anti-A	A	5	10			5	10			3	9				5	7					
		B					15				15					1	11			12		
	Anti-B	A					15				15					12				12		
		B	8	7			8	7			7	5				8	4					
	Anti-A+B	A	5	10			6	9			4	8				4	8					
		B	6	9			6	9			5	7				6	6					
O	Anti-A	A					15				15					12				12		
		B					15				15					12				12		
	Anti-B	A					15				15					12				12		
		E					15				15					12				12		
	Anti-A+B	A					15				15					12				12		
		B					15				15					12				12		
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	51 (42,5 %)				53 (44,2 %)				45 (46,9 %)				48 (50 %)							
		++	69 (57,5 %)				67 (55,8 %)				51 (53,1 %)				46 (50 %)							
		+																				
		(+)																				
		-																				
Pseudoagglutination			0				1				1				3							
Anzahl der Fäden			15				15				12				12							

Tabelle 8: Agglutinationstemperatur 22 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten				
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	7	5				7	5				7	5				8	4			
		B					12					12				12				1		11
	Anti-B	A					12					12				12					12	
		B					12					12				12						12
	Anti-A+B	A	7	5				7	5				8	4				8	4			
		B					12					12				12				1	1	12
B	Anti-A	A					12					12				12					12	
		B					12					12				12					12	
	Anti-B	A					12					12				12					12	
		B	6	6				5	7				6	6				6	6			
	Anti-A+B	A					12			1	11			1	11					1	11	
		B	7	5				6	6				7	5				6	6			
AB	Anti-A	A	4	8				4	8				4	8				5	7			
		B					12					12				12					12	
	Anti-B	A					12					12				1	11				12	
		B	5	7				6	6				6	6				7	5			
	Anti-A+B	A	4	8				5	7				5	7				4	8			
		B	5	7				6	6				6	6				6	6			
O	Anti-A	A					12					12				12					12	
		B					12					12				12				1	11	
	Anti-B	A					12					12				12					12	
		B					12					12				12					12	
	Anti-A+B	A					12					12				12					12	
		B					12					12				12					12	
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	45 (46,9 %)					46 (47,9 %)					49 (51,0 %)					50 (52,1 %)				
		++	51 (53,1 %)					50 (52,1 %)					47 (49 %)					46 (47,9 %)				
		+																				
		(+)																				
		-																				
Pseudoagglutination			0					1					2					5				
Anzahl der Fäden			12					12					12					12				

Tabelle 9: Agglutinationstemperatur 37 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten				30 Minuten				60 Minuten				120 Minuten							
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	8	4				8	4				8	4				8	4			
		B					12					12					12					1
	Anti-B	A					12					12					12				1	1
		B					12				1	11				1	11					1
	Anti-A+B	A	7	5				8	4				8	4				8	4			
		B					1	11				12					12					1
B	Anti-A	A					12					12					12					1
		B					12					12					12					1
	Anti-B	A					12					12					12					1
		B	7	5				8	4				8	4				7	5			
	Anti-A+B	A					12				1	11				2	10				1	1
		B	7	5				7	5				8	4				8	4			
AB	Anti-A	A	3	9				4	8				4	8				6	6			
		B					12					12					12				1	1
	Anti-B	A					12					12					12					1
		B	7	5				7	5				7	5				7	5			
	Anti-A+B	A	4	8				6	6				5	7				5	7			
		B	5	7				7	5				7	5				7	5			
O	Anti-A	A					12					12					12					1
		B					12					12					12					1
	Anti-B	A					12					12					12					1
		B					12					12					12					1
	Anti-A+B	A					12					12					12					1
		B					12					12					12					1
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	48 (50 %)				55 (57,3 %)				55 (57,3 %)				56 (58,3 %)							
		++	48 (50 %)				41 (42,7 %)				41 (42,7 %)				40 (41,7 %)							
		+																				
		(+)																				
		-																				
Pseudoagglutination			1				3				3				3							
Anzahl der Fäden			12				12				12				12							

Tabelle 10: Agglutinationstemperatur 37 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten				
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	5	7				7	9				7	9				7	8			
		B					12					16					16				1	14
	Anti-B	A					12			1		15				1	15				1	14
		B					12					16			1		15					15
	Anti-A+B	A	5	7				6	10				7	9				7	8			
		B					12			1		15				2	14					15
B	Anti-A	A					12				1	15				16					1	14
		B					12					16				16					15	
	Anti-B	A					12					16				16					15	
		B	7	5				8	8				8	8				8	7			
	Anti-A+B	A				1	11					16			1	1	14				1	14
		B	6	6				10	6				9	7				8	7			
AB	Anti-A	A	4	8				6	10				6	10				6	9			
		B					12					16					16					15
	Anti-B	A					12					16					16					15
		B	5	7				7	9				8	8				8	7			
	Anti-A+B	A	4	8				6	10				7	9				7	8			
		B	6	6				7	9				8	8				8	7			
O	Anti-A	A					12					16					16				1	14
		B					12					16				1	15					15
	Anti-B	A					12					16					16					15
		B					12					16					16					15
	Anti-A+B	A					12					16					16					15
		B					12					16					16					15
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	42 (43,8 %)					57 (44,5 %)					60 (46,9 %)					59 (49,2 %)				
		++	54 (56,2 %)					71 (55,5 %)					68 (53,1 %)					61 (50,8 %)				
		+																				
		(+)																				
		-																				
Pseudoagglutination			1					3					7					5				
Anzahl der Fäden			12					16					16					15				

Tabelle 11: Agglutinationstemperatur 45 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																							
			10 Minuten						30 Minuten						60 Minuten						120 Minuten					
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-				
A	Anti-A	A	5	7				8	8			7	9				8	7								
		B					12				16				1	15						1				
	Anti-B	A					12				16					16						1				
		B					12				16					16						1				
	Anti-A+B	A	5	7				6	10			6	10				7	8								
		B					12				1	15				16			1			1				
B	Anti-A	A					12				1	15				16					1	14				
		B					12					16				16					1	14				
	Anti-B	A					12				16					16						15				
		B	6	6				8	8			9	7				8	7								
	Anti-A+B	A					12			1	15					16			1	1	1	12				
		B	6	6				10	6			10	6				8	7								
AB	Anti-A	A	5	7				7	9			7	9				7	8								
		B					12				16				1	15						15				
	Anti-B	A					12				16					1	15					15				
		B	6	6				7	9			8	8				7	8								
	Anti-A+B	A	5	7				5	11			8	8				7	8								
		B	6	6				8	8			8	8				8	7								
O	Anti-A	A					12				16					16						15				
		B					12				16					16						15				
	Anti-B	A					12				16					16						15				
		B					12				16					16						15				
	Anti-A+B	A					12				16					16						15				
		B					12				16					16						15				
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	44 (45,8 %)						59 (46,1 %)						63 (49,2 %)						60 (50 %)					
		++	52 (54,2 %)						69 (53,9 %)						65 (50,8 %)						60 (50 %)					
		+																								
		(+)																								
		-																								
Pseudoagglutination			0						3						3						5					
Anzahl der Fäden			12						16						16						15					

Tabelle 12: Agglutinationstemperatur 45 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																				
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten					
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	
A	Anti-A	A	1	8	3			3	7	2			3	8	1			3	9				
		B					12					12					12					12	
	Anti-B	A					12					12					12				1	11	
		B					12					12					12					12	
	Anti-A+B	A	1	9	2			2	8	2			3	7	2			3	8	1			
		B					12					12			2		10				1	11	
B	Anti-A	A					12					12					12					12	
		B					12					12				1	11				1	11	
	Anti-B	A					12					12					12					12	
		B	3	9				2	10				3	9				2	10				
	Anti-A+B	A					12					12					12				1	10	
		B	2	10				4	8				3	9				4	8				
AB	Anti-A	A	1	6	5			3	6	3			4	5	3			3	6	3			
		B					12					12					12					12	
	Anti-B	A					12					12				1	11				1	11	
		B	2	9	1			4	8				3	9				4	7	1			
	Anti-A+B	A	1	7	4			3	7	2			3	8	1			3	8	1			
		B	2	8	2			4	8				4	8				4	8				
O	Anti-A	A					12					12					12					12	
		B					12					12					12					12	
	Anti-B	A					12					12					12					12	
		B					12					12					12					12	
	Anti-A+B	A					12					12					12					12	
		B					12					12					12					12	
Gesamtergebnis bei			+++	13 (13,5 %)				25 (26,0 %)				26 (27,1 %)				26 (27,1 %)							
Übereinstimmung			++	66 (68,8 %)				62 (64,6 %)				63 (65,6 %)				64 (66,7 %)							
von Blutspur			+	17 (17,7 %)				9 (9,4 %)				7 (7,3 %)				6 (6,3 %)							
Anti-Serum			(+)																				
und Test-Erys			-																				
Pseudoagglutination				0				0				4				6							
Anzahl der Fäden				12				12				12				12							

Tabelle 13: Agglutinationstemperatur 22 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																					
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten						
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-		
A	Anti-A	A	1	9	2			4	7	1			3	8	1			4	7	1				
		B					12					12						12				1	12	
	Anti-B	A					12					12					1	11					12	
		B					12					12						12					12	
	Anti-A+B	A	1	10	1			3	7	2			3	8	1			3	9					
		B					12					12						12			1	1	10	
B	Anti-A	A					12					12					12						12	
		B					12					12					12					12		
	Anti-B	A					12					12					12					12		
		B	4	7	1			4	8				4	8				4	8					
	Anti-A+B	A				1	11					12			1	1	10						12	
		B	3	8	1			3	8	1			4	8				4	8					
AB	Anti-A	A	1	7	4			3	6	3			3	7	2			3	7	2				
		B					12					12					12					12		
	Anti-B	A					12					12					12					12		
		B	2	9	1			3	9				3	9				4	9					
	Anti-A+B	A	1	7	4			2	8	2			4	7	1			3	8	1				
		B	3	7	2			3	8	1			4	8				4	8					
O	Anti-A	A					12					12					12					12		
		B					12					12					12				1	12		
	Anti-B	A					12					12					12					12		
		B					12					12					12					12		
	Anti-A+B	A					12					12					12					12		
		B					12					12					12					12		
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	16 (16,7 %)					25 (26,0 %)					28 (29,2 %)					29 (30,2 %)						
		++	64 (66,7 %)					61 (63,5 %)					63 (65,6 %)					63 (65,6 %)						
		+																						
		(+)																						
Pseudoagglutination		-																						
		1					0					3					4							
		12					12					12					12							
		12					12					12					12							

Tabelle 14: Agglutinationstemperatur 22 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten				
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	1	7	4			3	6	3			3	8	1			5	7			
		B					12					12					12					12
	Anti-B	A					12					12					12					12
		B					12					12			1	11					1	11
	Anti-A+B	A	1	6	5			2	7	3			4	7	1			4	8			
		B					1	11					12				2	10				1
B	Anti-A	A					12					12					12				1	11
		B					12					12					12					12
	Anti-B	A					12					12				1	11				1	11
		B	3	7	2			4	8				4	8				4	8			
	Anti-A+B	A					12					12				1	11				1	10
		B	2	7	3			3	6	3			3	6	3			4	7	1		
AB	Anti-A	A	1	6	5			1	7	4			2	8	2			2	9	1		
		B					12					12					12					12
	Anti-B	A					12					12				1	11					12
		B	2	9	1			4	7	1			3	9				3	9			
	Anti-A+B	A	1	7	4			3	6	3			3	8	1			4	8			
		B	2	8	2			3	7	2			4	8				4	8			
O	Anti-A	A				1	11					12					12					12
		B					12					12					12			1	11	
	Anti-B	A					12					12					12					12
		B					12				1	11					12					12
	Anti-A+B	A					12					12					12					12
		B					12					12					12					12
Gesamtergebnis bei Bereinstimmung in Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	13 (13,5 %)					23 (24,0 %)					26 (27,1 %)					30 (31,3 %)				
		++	57 (59,4 %)					54 (56,3 %)					62 (64,6 %)					64 (66,7 %)				
		+	26 (27,1 %)					19 (19,8 %)					8 (8,3 %)					2 (2,1 %)				
		(+)																				
		-																				
Pseudoagglutination			2					1					6					7				
Anzahl der Fäden			12					12					12					12				

Tabelle 15: Agglutinationstemperatur 37 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten				
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	1	6	5			3	8	1			3	5			4	8				
		B					12					12				1	11			1	1	
	Anti-B	A					12					12					12				1	
		B					12					12				1	11				1	
	Anti-A+B	A	1	6	5			2	8	2			4	6	2			4	8			
		B					1	11				12				1	11				2	1
B	Anti-A	A					12					12					12				1	1
		B					12					12					12				1	
	Anti-B	A					12					12				1	1	10			1	
		B	4	8				4	7	1			4	7	1			5	7			
	Anti-A+B	A					12					12				1	1	10			1	1
		B	1	9	2			3	7	2			4	8				4	8			
AB	Anti-A	A	1	7	4			3	5	4			3	6	3			3	7	2		
		B					12					12					12				1	
	Anti-B	A					12					12					12			1	1	
		B	2	9	1			4	6	2			4	8				4	8			
	Anti-A+B	A	1	8	3			3	7	2			3	8	1			4	7	1		
		B	2	7	3			3	8	1			4	7	1			4	8			
O	Anti-A	A					12					12					12				1	
		B					12					12					12				1	
	Anti-B	A					12					12					12				1	
		B					12					12					12				1	
	Anti-A+B	A					12					12					12				1	
		B					12					12					12				1	
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	13 (13,5 %)					25 (26,0 %)					29 (30,2 %)					32 (33,3 %)				
		++	60 (62,5 %)					56 (58,3 %)					59 (61,5 %)					61 (63,5 %)				
		+																				
		(+)																				
Pseudoagglutination		-																				
		1					0					7					8					
Anzahl der Fäden			12					12					12					12				

Tabelle 16: Agglutinationstemperatur 37 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																				
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten					
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	
A	Anti-A	A	1	9	2			3	9				4	8				3	9				
		B					12					12					12			1		11	
	Anti-B	A					12					12					12				1	11	
		B					12					12			1		11				1	11	
	Anti-A+B	A	2	9	1			3	8	1			3	8	1			4	8				
		B					1	11				12					1	11			2		10
B	Anti-A	A					12					12					1	11				12	
		B					12					12					12					12	
	Anti-B	A					12					12					12					12	
		B	3	8	1			5	7				4	8				4	8				
	Anti-A+B	A					12					12					12				1	11	
		B	2	8	2			4	7	1			4	8				4	8				
AB	Anti-A	A	2	6	4			3	6	3			3	7	2			4	6	2			
		B					12					12					1	11				12	
	Anti-B	A					1	11				12					1	11				12	
		B	2	8	2			4	7	1			4	7	1			5	7				
	Anti-A+B	A	1	7	4			3	5	4			3	6	3			3	6	3			
		B	3	7	2			3	7	2			4	8				4	8				
O	Anti-A	A					12					1	11				12					12	
		B					12					12					12					12	
	Anti-B	A					12					12					1	11			1	11	
		B					12					12					12				1	11	
	Anti-A+B	A					12					12					12					12	
		B					12					12					12					12	
Gesamtergebnis bei			+++	16 (16,7 %)					28 (29,2 %)					29 (30,2 %)					31 (32,3 %)				
Übereinstimmung			++	62 (64,6 %)					56 (58,3 %)					60 (62,5 %)					60 (62,5 %)				
von Blutspur			+																				
Anti-Serum			(+)																				
und Test-Erys			-																				
Pseudoagglutination				2					1					6					8				
Anzahl der Fäden				12					12					12					12				

Tabelle 17: Agglutinationstemperatur 45 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten				
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	1	8	3			4	8				4	8				4	8			
		B					12					12					12					1
	Anti-B	A					12					12					12			1	1	1
		B				1	11					12			1	1	10					1
	Anti-A+B	A	1	8	3			3	8	1			3	9				3	9			
		B				1	11					12				2	10					2
B	Anti-A	A					12					12				12						1
		B					12					12				12						1
	Anti-B	A					12					12				12						1
		B	3	9				4	8				4	8				4	8			
	Anti-A+B	A					12					12			1	1	10			1	1	1
		B	2	7	3			4	8				4	8				5	7			
AB	Anti-A	A	1	7	4			2	7	3			3	7	2			3	8	1		
		B					12					12				12						12
	Anti-B	A					12					12				12					1	1
		B	2	9	1			4	7	1			4	8				4	8			
	Anti-A+B	A	1	8	3			3	5	4			3	5	4			3	8	1		
		B	3	6	3			4	7	1			4	7	1			5	7			
O	Anti-A	A					12					12				12						12
		B					12					12				12						12
	Anti-B	A					12					1	11				12					12
		B					12					12				12				1		12
	Anti-A+B	A					12					12				12				1		12
		B					12					12				12				1		12
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	14 (14,6 %)					28 (29,2 %)					29 (30,2 %)					31 (32,3 %)				
		++	62 (64,6 %)					58 (60,4 %)					60 (62,5 %)					63 (65,6 %)				
		+	20 (20,8 %)					10 (10,4 %)					7 (7,3 %)					2 (2,1 %)				
		(+)																				
		-																				
Pseudoagglutination								1					6					9				
Anzahl der Fäden			12					12					12					12				

Tabelle 18: Agglutinationstemperatur 45 °C

4.5.4 Ergebnisse bei Spurenalter: 1-2 Monate

- 43 -

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten				
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	2	10	8			3	10	7			3	9	4			4	8	4		
		B					20					20					16				1	15
	Anti-B	A					20					20					16					16
		B					20					20				1	15				1	15
	Anti-A+B	A	1	9	10			2	10	8			2	7	7			3	10	3		
		B					20					20					16			2		14
B	Anti-A	A					20					20					16					16
		B					20					20					16					16
	Anti-B	A					20					20					16			1		15
		B	3	12	5			5	13	2			4	12				4	10	2		
	Anti-A+B	A					20					20					16					16
		B	2	12	6			4	14	2			4	11	1			4	11	1		
AB	Anti-A	A	1	9	10			2	10	8			2	8	6			3	9	4		
		B					20					20				1	15					16
	Anti-B	A					20					20					16					16
		B	2	10	8			4	8	8			4	8	4			4	10	2		
	Anti-A+B	A	1	6	13			3	6	11			3	7	6			3	6	7		
		B	1	13	6			3	8	9			3	9	4			3	11	2		
O	Anti-A	A					20					20					16					16
		B					20					20					16			1		15
	Anti-B	A					20					20					16					16
		B					20					20					16					16
	Anti-A+B	A					20					20					16					16
		B					20					20					16					16
Gesamtergebnis bei		+++	13 (8,1 %)					26 (16,3 %)					25 (19,5 %)					28 (21,9 %)				
Bereinstimmung		++	81 (50,6 %)					79 (49,4 %)					71 (55,5 %)					75 (58,6 %)				
von Blutspur		+	66 (41,3 %)					55 (34,4 %)					32 (25,0 %)					25 (19,5 %)				
Anti-Serum		(+)																				
und Test-Erys		-																				
pseudoagglutination			0					0					2					6				
Anzahl der Fäden			20					20					16					16				

Tabelle 19: Agglutinationstemperatur 22 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten				30 Minuten				60 Minuten				120 Minuten							
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	
A	Anti-A	A	2	11	7			3	10	7			3	8	5			3	9	4		
		B					20					20					16				1	
	Anti-B	A					20					20					16					
		B					20					20					16					
	Anti-A+B	A	1	8	11			3	7	10			3	7	6			3	11	2		
		B					20					20			1	1	14			1	2	
B	Anti-A	A					20					20					16				1	
		B					20					20					16					
	Anti-B	A					20					20			1	15						
		B	3	14	3			4	15	1			4	12				4	11	1		
	Anti-A+B	A					20				1	19					16					
		B	2	10	8			4	10	6			4	7	5			4	6	6		
AB	Anti-A	A	2	6	12			2	8	10			2	6	8			3	5	8		
		B					20					20					16					
	Anti-B	A					20					20					16					
		B	2	11	7			5	10	5			4	10	2			4	12			
	Anti-A+B	A	-	6	14			1	7	12			2	7	7			2	9	5		
		B	2	12	6			4	7	9			4	6	6			4	8	4		
O	Anti-A	A					20					20					16					
		B					20					20					16					
	Anti-B	A					20					20					16					
		B					20					20					16					
	Anti-A+B	A					20					20					16					
		B					20					20					16					
Gesamtergebnis bei			+++	14 (8,8 %)				26 (16,3 %)				26 (30,3 %)				27 (21,1 %)						
Übereinstimmung			++	78 (48,8 %)				74 (46,3 %)				63 (49,3 %)				71 (56,5 %)						
von Blutspur			+	68 (42,5 %)				60 (37,5 %)				39 (30,5 %)				30 (23,4 %)						
Anti-Serum			(+)																			
und Test-Erys			-																			
Pseudoagglutination				0				1				3				5						
Anzahl der Fäden				20				20				16				16						

Tabelle 20: Agglutinationstemperatur 22 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten				
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
	Anti-A	A	2	8	10			4	10	6			3	10	3			3	13			
		B					20				1	19			1	1	14				2	14
	Anti-B	A					20				20					16				1	1	
		B					20				20				1	15					1	15
	Anti-A+B	A	2	10	8			3	10	7			3	10	3			4	10	2		
		B					20			1	19			1	1	14						16
B	Anti-A	A					20				20				16					1	15	
		B					20				20				16						16	
	Anti-B	A					20				20				1	15					16	
		B	3	12	5			5	13	2			4	12				4	12			
	Anti-A+B	A					20				20				16					2	14	
		B	3	11	6			5	12	3			4	10	2			4	11	1		
AB	Anti-A	A	2	7	11			4	6	10			4	6	6			4	7	5		
		B					20				20				16						16	
	Anti-B	A					20				20				16				1	15		
		B	2	10	8			4	8	8			4	8	4			5	8	3		
	Anti-A+B	A	1	6	13			3	7	10			3	6	7			4	7	5		
		B	2	8	10			3	10	7			4	7	7			4	6	6		
O	Anti-A	A					20				20				16						16	
		B					20				20				16					1	14	
	Anti-B	A					20				20				16						16	
		B					20				20				16						16	
	Anti-A+B	A					20				20				16						16	
		B					20				20				16						1	15
Gesamtergebnis bei		+++	17 (10,6 %)					31 (19,4 %)					29 (22,7 %)					32 (25,0 %)				
Ereinstimmung		++	72 (45,0 %)					76 (47,5 %)					69 (23,9 %)					74 (57,8 %)				
Blutspur		+	71 (44,4 %)					53 (33,1 %)					50 (23,4 %)					22 (17,2 %)				
Anti-Serum		(+)																				
und Test-Erys		-																				
Pseudoagglutination			0					2					6					10				
Anzahl der Fäden			20					20					16					16				

Tabelle 21: Agglutinationstemperatur 37 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten				30 Minuten				60 Minuten				120 Minuten							
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	2	8	10			3	8	9			3	7	6			3	10	3		
		B					20					20				1	15				1	1
	Anti-B	A					20					20					16				1	1
		B					20				1	19			1	1	14					1
	Anti-A+B	A	2	11	7			3	8	9			3	5	7			3	7	6		
		B				1	19			2		18			2	14				1	1	1
B	Anti-A	A					20				1	19				16				1	1	
		B					20				1	19				1	15				1	
	Anti-B	A					20				1	19				16					1	
		B	3	10	7			4	12	4			4	11	1			4	11	1		
	Anti-A+B	A					20					20					16					1
		B	3	10	7			4	9	7			4	9	3			4	8	4		
AB	Anti-A	A	1	8	11			3	7	10			2	5	9			3	8	5		
		B					20					20					16					1
	Anti-B	A					20					20					16				1	1
		B	1	12	7			3	15	2			3	10	3			3	13			
	Anti-A+B	A	1	7	12			2	10	8			4	4	8			4	6	6		
		B	3	9	8			5	9	6			4	6	6			4	7	5		
O	Anti-A	A					20					20					16					1
		B					20					20				1	15					1
	Anti-B	A					20					20				1	15					1
		B					20					20					16					1
	Anti-A+B	A					20					20					16					1
		B					20					20					16				1	1
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	16 (10,0 %)				27 (16,9 %)				27 (21,1 %)				28 (21,9 %)							
		++	75 (46,9 %)				78 (48,8 %)				58 (45,3 %)				70 (54,7 %)							
		+	69 (43,1 %)				55 (34,4 %)				43 (33,6 %)				30 (23,4 %)							
		(+)																				
		-																				
Pseudoagglutination			1				6				8				7							
Anzahl der Fäden			20				20				16				16							

Tabelle 22: Agglutinationstemperatur 37 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																				
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten					
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	
A	Anti-A	A	2	12	6			5	12	3			5	12	3			5	11	4			
		B					20					20					20				1	19	
	Anti-B	A					20				1	19				20				1	19		
		B					20					20					20				1	19	
	Anti-A+B	A	1	7	12			6	7	7			5	8	7			5	9	6			
		B			1		19			1	1	18			1	19							20
B	Anti-A	A					20					20		1		19						20	
		B					20					20			1	19				1	1	18	
	Anti-B	A					20					20			1	19				1	1	19	
		B	3	12	5			6	10	4			5	12	3			6	10	4			
	Anti-A+B	A					2	18				20				2	18				1	2	17
		B	2	15	3			5	12	3			5	10	5			5	12	3			
AB	Anti-A	A	1	10	9			3	8	9			4	7	9			3	10	7			
		B					1	19				1	19				20					20	
	Anti-B	A					20				1	19					20					20	
		B	2	9	9			4	8	8			4	9	7			5	12	3			
	Anti-A+B	A	1	8	11			3	10	7			3	8	9			3	9	8			
		B	1	10	9			5	8	7			3	11	6			4	12	4			
O	Anti-A	A					20					20					20					20	
		B					20				1	19					20					20	
	Anti-B	A					20					20					20					20	
		B					20					20					20					20	
	Anti-A+B	A					20					20					20					20	
		B					20					20					20					20	
Gesamtergebnis bei Ereinstimmung in Blutspur Anti-Serum d Test-Erys		+++	13 (8,1%)					37 (23,1%)					34 (21,3%)					36 (22,5%)					
		++	83 (51,9%)					75 (46,9%)					77 (48,1%)					85 (53,1%)					
		+	64 (40,0%)					48 (30,0%)					49 (30,6%)					39 (24,4%)					
		(+)																					
		-																					
Pseudoagglutination			4					6					6					9					
Zahl der Fäden			20					20					20					20					

Tabelle 23: Agglutinationstemperatur 45 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																							
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten								
			+	++	+++	+	(+)	-	+	++	+++	+	(+)	-	+	++	+++	+	(+)	-	+	++	+++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	2	11	7			4	10	6			4	12	4			4	16							
		B					20					20					1	19							20	
	Anti-B	A					20					20					20							2	18	
		B					20					20					20								20	
	Anti-A+B	A	2	6	12			4	8	8			4	9	7			4	9	7						
		B					20			1	19						2	18								20
B	Anti-A	A					20					20					20								20	
		B					20				1	19					1	19							20	
	Anti-B	A					20					20					20								20	
		B	3	10	7			5	14	1			5	15				5	15							
	Anti-A+B	A					1	19				20					20				2	1	17			
		B	3	10	7			5	14	1			5	14	1			6	14							
AB	Anti-A	A	1	8	11			4	7	9			4	6	10			4	7	9						
		B					20					20					20							20		
	Anti-B	A					20					20					20						2	18		
		B	3	7	10			3	10	7			4	9	7			4	14	2						
	Anti-A+B	A	1	7	12			3	11	6			4	8	8			3	10	7						
		B	3	9	8			4	9	7			4	10	6			4	16							
O	Anti-A	A					20					20					20								20	
		B					20					20					20							20		
	Anti-B	A					20					20					20				1			19		
		B					20					20					20							20		
	Anti-A+B	A					20					20					20								20	
		B					20					1	19				20								20	
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	18 (11,3%)					32 (20%)					34 (21,3%)					34 (21,3%)								
		++	68 (42,5%)					83 (51,9%)					83 (51,9%)					101 (63,1%)								
		+	74 (46,3%)					45 (28,1%)					43 (26,9%)					25 (15,6%)								
		(+)																								
		-																								
Pseudoagglutination			1					3					4					8								
Anzahl der Fäden			20					20					20					20								

Tabelle 24: Agglutinationstemperatur 45°C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten				
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	1	8	9			3	6	9			3	6	9			3	10	5		
		B					18					18					18					18
	Anti-B	A					18					18					1	17				18
		B					18					18					18				1	17
	Anti-A+B	A	1	7	10			2	6	10			3	6	9			3	11	4		
		B					18				1	17			1	17				1	1	16
B	Anti-A	A					18					18					18					18
		B					18					18					18					18
	Anti-B	A					18					18					18				1	17
		B	2	10	6			4	8	6			4	7	7			4	8	6		
	Anti-A+B	A					18					18					18				1	17
		B	2	9	7			3	8	7			4	8	6			5	7	6		
AB	Anti-A	A	1	6	11			2	6	10			2	7	9			3	7	8		
		B					18				1	17					18					18
	Anti-B	A					18					18					18				1	17
		B	1	10	7			3	8	7			3	7	8			4	6	8		
	Anti-A+B	A	1	5	12			2	5	11			2	7	9			3	6	9		
		B	2	8	8			3	9	6			4	8	6			4	10	4		
O	Anti-A	A					18					18					1	17				18
		B					18					18					18					18
	Anti-B	A					18					18					1	17				18
		B					18					18					18				1	17
	Anti-A+B	A					18					18					18					18
		B				1	17					18					18					18
Gesamtergebnis bei Bereinstimmung on Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	11 (7,6%)					22 (15,3%)					25 (17,4%)					29 (20,1%)				
		++	63 (43,8%)					56 (38,9%)					56 (38,9%)					65 (45,1%)				
		+	70 (48,6%)					66 (45,8%)					63 (43,8%)					50 (34,7%)				
		(+)																				
		-																				
pseudoagglutination			1					2					4					7				
Anzahl der Fäden			18					18					18					18				

Tabelle 25: Agglutinationstemperatur: 22 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																					
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten						
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-		
A	Anti-A	A	1	9	8			3	10	5			3	10	5			4	9	5				
		B					18					18					18				1	17		
	Anti-B	A					18					18					18					18		
		B					18					18				1	17					18		
	Anti-A+B	A		8	10			3	6	9			3	7	8			3	11	4				
		B					18			1	1	16				1	17					1	17	
B	Anti-A	A					18					18				1	17					18		
		B					18					18				18					18			
	Anti-B	A					18					18				18					1	17		
		B	1	11	6			3	9	6			3	9	6			3	12	3				
	Anti-A+B	A					18					18				1	1	16				1	1	16
		B	2	10	6			4	7	7			4	7	7			4	10	4				
AB	Anti-A	A		6	12			1	8	9			1	10	7			2	9	7				
		B					18					18				1	17					18		
	Anti-B	A					18					18				18						18		
		B	1	10	7			3	7	8			3	8	7			3	10	5				
	Anti-A+B	A		7	11			1	6	11			2	6	10			2	7	9				
		B	2	10	6			4	8	6			4	7	7			4	9	5				
O	Anti-A	A					18					18				18						18		
		B					18					18				18						18		
	Anti-B	A					18					18				18						18		
		B					18					18				18						18		
	Anti-A+B	A					18					18				1	17				1	17		
		B					18					18				18					1	17		
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	7 (4,9%)					22 (15,3%)					23 (16,0%)					25 (17,4%)						
		++	71 (49,3%)					61 (42,4%)					64 (44,4%)					77 (53,5%)						
		+	66 (45,8%)					61 (42,4%)					57 (39,6%)					42 (29,2%)						
		(+)																						
		-																						
Pseudoagglutination			0					2					7					7						
Anzahl der Fäden			18					18					18					18						

Tabelle 26: Agglutinationstemperatur: 22 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																				
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten					
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	
A	Anti-A	A	1	8	9			3	10	5			3	10	5			3	13	2			
		B					18					18				1	17					18	
	Anti-B	A					18					18				18				2	16		
		B					18					18				1	17				2	16	
	Anti-A+B	A	1	8	9			2	10	6			3	11	4			3	10	5			
		B					18			1	1	16				1	17			1	1	16	
B	Anti-A	A					18					18				18				1	17		
		B					18					18				18					18		
	Anti-B	A					18					18				18					18		
		B	2	10	6			4	10	4			4	14				4	12	2			
	Anti-A+B	A				1	17				1	17			1	2	15				1	17	
		B	2	10	6			3	8	7			3	10	5			5	8	5			
AB	Anti-A	A	1	6	11			2	6	10			2	5	11			3	6	9			
		B					18					18			1	1	16				1	17	
	Anti-B	A					18					18			1	17					18		
		B	2	9	7			4	8	6			4	7	7			3	10	5			
	Anti-A+B	A			8	10		1	10	7			2	9	7			2	9	7			
		B	2	10	6			3	9	6			3	10	5			3	9	6			
O	Anti-A	A					18					18				18					18		
		B					18					18				18					1	17	
	Anti-B	A					18					18				18					1	17	
		B					18					18				18						18	
	Anti-A+B	A					18					18				18					1	17	
		B					18					18				18						18	
Gesamtergebnis bei			+++	11 (7,6%)					22 (15,3%)					24 (16,7%)					26 (18,1%)				
Bereinstimmung			++	69 (47,9%)					71 (49,3%)					76 (52,8%)					77 (53,5%)				
von Blutspur			+	64 (44,4%)					51 (35,4%)					44 (30,6%)					41 (28,5%)				
Anti-Serum			(+)																				
und Test-Erys			-																				
Pseudoagglutination				1					3					9					12				
Anzahl der Fäden				18					18					18					18				

Tabelle 27: Agglutinationstemperatur: 37 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten				30 Minuten				60 Minuten				120 Minuten							
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	2	9	7			3	9	6			3	11	4			4	10	4		
		B					18					18					18					18
	Anti-B	A					18					18				1	17				1	17
		B					18					18				1	17				1	17
	Anti-A+B	A	1	9	8			3	8	7			3	8	7			3	10	5		
		B				2	16				1	17				1	17				2	16
B	Anti-A	A					18					18					18			1	17	
		B					18					18				1	17				1	17
	Anti-B	A					18					18					18				1	17
		B	2	10	6			4	11	3			4	11	3			4	13	1		
	Anti-A+B	A				1	17				2	16				1	1	16				18
		B	2	11	5			3	9	6			3	11	4			4	10	4		
AB	Anti-A	A	1	5	12			2	6	10			2	6	10			2	7	9		
		B					18					18				1	17				18	
	Anti-B	A				1	17					18					18				18	
		B	2	9	7			4	9	5			4	8	6			4	9	5		
	Anti-A+B	A	1	7	10			1	11	6			2	10	6			2	10	6		
		B	2	12	4			4	10	4			4	10	4			4	11	3		
O	Anti-A	A					18					18					18				18	
		B					18					18					18				1	17
	Anti-B	A					18					18					18				18	
		B					18					18				1	17				18	
	Anti-A+B	A					18				1	17				1	17				18	
		B					18					18					18				1	17
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspar Anti-Serum und Test-Erys		+++	13 (9,0%)				24 (16,7%)				25 (17,4%)				27 (18,8%)							
		++	72 (50,0%)				73 (50,7%)				75 (52,1%)				80 (55,6%)							
		+	59 (41,0%)				47 (32,6%)				44 (30,6%)				37 (25,7%)							
		(+)																				
		-																				
Pseudoagglutination			4				4				9				9							
Anzahl der Fäden			18				18				18				18							

Tabelle 28: Agglutinationstemperatur: 37°C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten				
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	2	7	6			3	7	5			3	6	6			4	6	8		
		B				1	14				15				1	14				1	1	16
	Anti-B	A					15				15					15					18	
		B					15				15				1	14						18
	Anti-A+B	A	2	6	7			3	7	5			3	6	6			3	10	5		
		B				1	14			1	14					1	14				2	16
B	Anti-A	A					15				15					15			1	1	16	
		B					15				15				1	14					18	
	Anti-B	A					15				1	14			1	1	13				1	17
		B	3	8	4			4	9	2			4	9	2			4	11	9		
	Anti-A+B	A					15			1	14				1	1	13			2	2	14
		B	2	8	5			4	7	4			3	10	2			4	10	4		
AB	Anti-A	A	1	6	8			3	5	7			3	5	7			2	10	6		
		B					15				15					15					18	
	Anti-B	A					15				1	14				1	14				18	
		B	2	7	6			4	9	2			3	10	2			4	11	3		
	Anti-A+B	A	1	5	9			3	4	8			3	7	5			2	8	8		
		B	1	7	7			3	7	5			3	11	1			3	10	5		
O	Anti-A	A					15				15					15					18	
		B					15				15					15					18	
	Anti-B	A					15				15					15					18	
		B					15				15					15					18	
	Anti-A+B	A				1	14				15					15				1	17	
		B					15				1	14					15				1	17
Gesamtergebnis bei Bereinstimmung on Blutspur Anti-Serum nd Test-Erys		+++	14 (11,7%)					27 (22,5%)					25 (20,8%)					26 (18,1%)				
		++	54 (45,0%)					55 (45,8%)					64 (53,3%)					76 (52,9%)				
		+	52 (43,3%)					38 (31,7%)					31 (25,8%)					42 (29,2%)				
		(+)																				
		-																				
pseudoagglutination			3					5					9					13				
anzahl der Fäden			15					15					15					18				

Tabelle 29: Agglutinationstemperatur: 45 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten				
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	1	10	4			3	10	2			3	12				3	12	3		
		B					15					15					15				1	17
	Anti-B	A					15				1	14				1	14					18
		B					15					15				1	14				1	17
	Anti-A+B	A	2	8	5			3	7	5			3	7	5			4	10	4		
		B					15					15				1	14				1	17
B	Anti-A	A					15					15				1	14				1	17
		B				1	14					15					15					18
	Anti-B	A					15					15				1	14				1	17
		B	3	7	5			5	6	4			5	7	3			5	10	3		
	Anti-A+B	A				1	14				1	14			1	14					1	17
		B	3	5	7			4	6	5			4	11				4	14			
AB	Anti-A	A	1	7	7			2	8	5			3	6	6			3	6	9		
		B					15					15				1	2	13			1	17
	Anti-B	A					15					15				1	14			1	1	16
		B	1	8	6			3	7	5			3	6	6			4	10	4		
	Anti-A+B	A	1	7	7			3	6	6			3	7	5			4	8	6		
		B	2	8	5			4	7	4			4	6	5			5	7	6		
O	Anti-A	A					15					15				1	14					18
		B					15				1	14					15					18
	Anti-B	A					15					15					15					18
		B					15					15					15					18
	Anti-A+B	A					15					15				1	14					18
		B					15									1	14					18
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	14 (11,7%)					27 (22,5%)					28 (23,3%)					32 (22,2%)				
		++	50 (50,0%)					57 (47,5%)					62 (51,7%)					77 (53,5%)				
		+	46 (38,3%)					36 (30,0%)					30 (25,0%)					35 (24,3%)				
		(+)																				
		-																				
Pseudoagglutination			2					3					13					9				
Anzahl der Fäden			15					15					15					18				

Tabelle 30: Agglutinationstemperatur: 45 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																								
			10 Minuten						30 Minuten						60 Minuten						120 Minuten						
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-					
A	Anti-A	A	1	6	9			2	8	6			2	10	4			3	9	4							
		B					16					16					1	15				16					
	Anti-B	A					16					16						16				1	15				
		B					16					16					1	15				1	15				
	Anti-A+B	A	1	7	8			2	8	6			2	8	6			3	7	6							
		B					1	15				16					2	14			1	2	13				
B	Anti-A	A					16					16					1	15					16				
		B					16					16						16					16				
	Anti-B	A					16					16						16				1	15				
		B	2	7	7			3	7	6			3	8	5			3	8	5							
	Anti-A+B	A					16				1	15						16				1	15				
		B	1	6	9			2	5	9			3	6	7			3	8	5							
AB	Anti-A	A	1	6	8	1		1	6	9			2	6	8			3	6	7							
		B					16					16						16					16				
	Anti-B	A					16					16					1	15					16				
		B	1	7	8			2	7	7			3	7	6			3	7	6							
	Anti-A+B	A	1	7	7	1		2	7	7			2	6	8			2	7	7							
		B	1	8	7			2	6	8			2	7	7			3	7	6							
O	Anti-A	A					16					16					16						16				
		B					16					16					1	15					16				
	Anti-B	A					16					16						16					16				
		B					16					16						16					16				
	Anti-A+B	A					16					16						16					16				
		B					16					16						16					16				
Gesamtergebnis bei			+++	9 (7,0%)						16 (12,5%)						19 (14,8%)						23 (18,0%)					
Bereinstimmung			++	54 (42,2%)						54 (42,2%)						58 (45,3%)						59 (46,1%)					
von Blutspur			+	63 (49,2%)						58 (45,3%)						51 (39,8%)						46 (35,9%)					
Anti-Serum			(+)	2 (1,6%)																							
und Test-Erys			-																								
Pseudoagglutination				1						1						7						7					
Anzahl der Fäden				16						16						16						16					

Tabelle 31: Agglutinationstemperatur: 22 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																				
			10 Minuten				30 Minuten				60 Minuten				120 Minuten								
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	
A	Anti-A	A	1	6	9			3	8	5			3	8	5			3	9	4			
		B					16					16					16			1		15	
	Anti-B	A					16					16				1	15					16	
		B					16					16					16					16	
	Anti-A+B	A			7	9			3	6	7			2	9	5			3	9	4		
		B					16					16			2		14				2	14	
B	Anti-A	A					16					16				1	15					16	
		B					16					16					16			1	15		
	Anti-B	A					16					16				1	15					16	
		B	2	6	8			4	6	6			3	6	7			3	7	6			
	Anti-A+B	A					16			1	1	14				1	15			1	1	14	
		B	1	6	9			3	5	8			3	10	3			3	10	3			
AB	Anti-A	A			5	10	1		1	6	8	1		2	7	6	1		2	8	6		
		B					16					16					16					16	
	Anti-B	A					16					16					16					16	
		B	1	8	7			2	8	6			2	10	4			2	11	3			
	Anti-A+B	A			8	7	1		2	6	7	1		2	7	6	1		2	6	8		
		B	1	7	8			3	6	7			3	8	5			3	8	5			
O	Anti-A	A					1	15				16					16					16	
		B					16					16					16				1	15	
	Anti-B	A					16					16					16					16	
		B					16					16					16					16	
	Anti-A+B	A					16					16					16					16	
		B					16					16					16					16	
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	6 (4,7%)				21 (16,4%)				20 (15,6%)				21 (16,4%)								
		++	53 (41,4%)				51 (39,8%)				65 (50,8%)				68 (53,1%)								
		+	67 (52,3%)				54 (42,2%)				41 (32,0%)				39 (30,5%)								
		(+)	2 (1,6%)				2 (1,6%)				2 (1,6%)												
		-																					
Pseudoagglutination			1				2				6				7								
Anzahl der Fäden			16				16				16				16								

Tabelle 32: Agglutinationstemperatur: 22 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten				30 Minuten				60 Minuten				120 Minuten							
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	1	9	10			3	10	7			3	12	5			3	11	6		
		B					20					20					20					20
	Anti-B	A					20					20			1	19					20	
		B					20					20				20						20
	Anti-A+B	A	2	8	10			3	11	6			4	10	6			4	11	5		
		B					2	18				1	19			1	18				2	18
B	Anti-A	A					20					20				20				1	19	
		B					20					20			1	19					20	
	Anti-B	A					20				1	19			1	19					20	
		B	2	10	8			3	10	7			4	11	5			4	11	5		
	Anti-A+B	A					20				1	18			1	19				1	2	17
		B	2	10	8			4	10	6			5	10	5			5	11	4		
AB	Anti-A	A		5	14	1		2	10	7	1		2	9	8	1		3	9	8		
		B					20					20				20						20
	Anti-B	A					20					20			1	17				1	18	
		B	1	9	10			3	7	10			4	8	8			4	8	8		
	Anti-A+B	A		6	14			1	7	12			2	7	11			2	8	10		
		B	1	8	11			3	7	10			4	8	9			4	10	7		
C	Anti-A	A					20					20				20						20
		B					20					20			1	19					20	
	Anti-B	A					20					20				20					20	
		B					20					20				20					20	
	Anti-A+B	A					20					20				20					20	
		B					20					20				20					20	
Gesamtergebnis bei			+++	9 (5,6%)				22 (13,8%)				27 (16,9%)				78 (17,5%)						
Ereinstimmung			++	65 (40,6%)				72 (45,0%)				75 (46,9%)				79 (49,4%)						
von Blutspur			+	85 (53,1%)				65 (40,6%)				57 (35,6%)				53 (33,1%)						
Anti-Serum			(+)	1 (0,6%)				1 (0,6%)				1 (0,6%)										
und Test-Erys			-																			
Pseudoagglutination				2				4				2				8						
Anzahl der Fäden				20				20				20				20						

Tabelle 33: Agglutinationstemperatur: 37 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten				30 Minuten				60 Minuten				120 Minuten							
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	1	10	9			3	9	8			3	10	7			4	9	7		
		B					20					20					20					20
	Anti-B	A					20					20					20				1	19
		B					20					20			1	19						20
	Anti-A+B	A	1	7	12			3	7	10			3	8	9			3	10	7		
		B					20				2	18			1	2	17			1	1	18
B	Anti-A	A					20					20					20				1	19
		B					20					20					20			1	19	
	Anti-B	A					20					20				2	18					20
		B	2	10	8			4	8	8			4	8	8			4	10	6		
	Anti-A+B	A					20				1	19				1	19			2	3	15
		B	1	12	7			3	12	5			5	10	5			4	11	5		
AB	Anti-A	A	1	5	14			2	11	7			2	10	7	1		2	10	8		
		B				1	19					20					20				1	19
	Anti-B	A				1	19					20					20					20
		B	1	11	8			3	10	7			4	9	7			4	10	6		
	Anti-A+B	A	1	5	14			3	7	10			3	8	9			3	8	9		
		B	2	10	8			4	7	9			4	7	9			4	9	7		
O	Anti-A	A					20					20			1	19						20
		B					20					20					20					20
	Anti-B	A					20					20					20					20
		B					20					20					20					20
	Anti-A+B	A					20					20					20					20
		B					20					20					20					20
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	10 (6,3%)				25 (15,6%)				28 (17,5%)				28 (17,5%)							
		++	70 (43,8%)				71 (44,4%)				70 (43,8%)				77 (48,1%)							
		+	80 (50,0%)				64 (40,0%)				61 (38,1%)				55 (34,4%)							
		(+)									1 (0,6%)											
		-																				
Pseudoagglutination			2				3				8				11							
Anzahl der Fäden			20				20				20				20							

Tabelle 34: Agglutinationstemperatur: 37 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																					
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten						
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-		
A	Anti-A	A	1	5	10			1	7	8			2	6	8			2	8	6				
		B					16					16					1	15			1	15		
	Anti-B	A					16					16				1	1	14				16		
		B					16					16						16			1	1	14	
	Anti-A+B	A	1	6	9			2	5	9			2	6	8			2	7	7				
		B					16					16					2	14				3	13	
B	Anti-A	A					16					16					16				1	15		
		B					16					16					1	15				2	14	
	Anti-B	A					16					1	15					16					16	
		B	2	7	7			3	8	5			3	8	5				3	9	4			
	Anti-A+B	A			1	15					2	14					2	14					2	14
		B	1	8	7			2	7	7			3	6	7				3	8	5			
AB	Anti-A	A		6	10			1	6	8	1		1	7	8				1	9	6			
		B					16					16						16					16	
	Anti-B	A					16					16					1	15				2	14	
		B	1	7	8			3	6	7			3	7	6				3	7	6			
	Anti-A+B	A		7	8	1		2	6	8			2	7	7				2	7	7			
		B	1	8	7			3	6	7			3	8	5				3	9	4			
O	Anti-A	A					16					16					16						16	
		B					16					16						16					16	
	Anti-B	A					16					16					16					1	15	
		B					16					16					16					1	15	
	Anti-A+B	A					16					16					16						16	
		B					16					16					1	15						16
esamtergebnis bei bereinstimmung on Blutspur Anti-Serum nd Test-Erys		+++	7 (5,5%)					17 (13,3%)					19 (14,8%)					19 (14,8%)						
		++	54 (42,2%)					51 (39,8%)					55 (43,0%)					64 (50,0%)						
		+	66 (51,6%)					59 (46,1%)					54 (42,2%)					45 (35,2%)						
		(+)	1 (0,8%)					1 (0,8%)																
		-																						
pseudoagglutination			1					3					9					16						
anzahl der Fäden			16					16					16					16						

Tabelle 35: Agglutinationstemperatur: 45 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																				
			10 Minuten				30 Minuten				60 Minuten				120 Minuten								
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	
A	Anti-A	A	1	6	9			2	6	8			2	8	6			2	8	6			
		B					16					16				1	15				1	15	
	Anti-B	A				1	15					16				16					16		
		B					16					16				1	15				1	15	
	Anti-A+B	A	1	5	10			3	5	8			3	6	7			3	5	8			
		B					16					16				1	1	14				1	15
B	Anti-A	A					16					16				16					16		
		B					16					16				1	1	14				16	
	Anti-B	A					16					16				1	15				2	14	
		B	2	8	6			3	7	6			3	9	4			3	8	5			
	Anti-A+B	A				1	15				1	15				1	15				1	15	
		B	2	7	7			2	8	6			3	7	6			3	7	6			
AB	Anti-A	A	1	6	9			1	6	9			1	8	6	1		2	8	6			
		B					16				1	15					16				1	15	
	Anti-B	A					16					16					1	15				1	15
		B	1	6	9			3	7	6			3	10	3			3	9	4			
	Anti-A+B	A	1	5	8	2		2	6	8			2	7	6	1		2	8	6			
		B	2	7	7			3	5	8			3	7	6			3	7	6			
O	Anti-A	A					16					16				16						16	
		B					16					16				1	15					16	
	Anti-B	A					16					1	15				16					16	
		B					16					16				16					1	15	
	Anti-A+B	A					16					16				16						16	
		B					16					16				16						1	15
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	11 (8,6%)				19 (14,8%)				20 (15,6%)				21 (16,4%)								
		++	50 (39,1%)				50 (39,1%)				62 (48,4%)				60 (46,9%)								
		+	65 (50,8%)				59 (46,1%)				44 (34,4%)				47 (36,7%)								
		(+)	2 (1,6%)								2 (1,6%)												
		-																					
Pseudoagglutination			2				3				10				10								
Anzahl der Fäden			16				16				16				16								

Tabelle 36: Agglutinationstemperatur: 45 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten				30 Minuten				60 Minuten				120 Minuten							
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	1	8	15			2	7	15			2	7	11			3	10	7		
		B					24					24					20					20
	Anti-B	A					24					24				1	19				20	
		B				1	23					24					20				1	19
	Anti-A+B	A	1	9	14			1	12	11			1	10	9			1	11	8		
		B				1	1	22					24				2	18			1	1
B	Anti-A	A					24					1	23			1	19				2	18
		B				1	23						24				20					2
	Anti-B	A					24					1	23				20					20
		B	2	11	11			3	12	9			3	9	8			3	7	10		
	Anti-A+B	A					24					2	22				20					20
		B	1	13	10			2	15	7			1	13	6			2	11	7		
AB	Anti-A	A		8	14	1	1		11	11	2		1	8	11			1	9	10		
		B					24					24					20				2	18
	Anti-B	A					24					24				1	19					20
		B		10	14			2	9	13			1	10	9			1	9	10		
	Anti-A+B	A		6	16	2		1	5	17	1		1	7	12			1	8	11		
		B	1	9	14			2	9	13			1	8	11			2	9	9		
O	Anti-A	A					24					1	23				20					20
		B					24						24				20					20
	Anti-B	A					24						24				20					20
		B					24							24			20					20
	Anti-A+B	A					24							24			1	19				20
		B					24							24			20				1	19
Gesamtergebnis bei		+++	6 (3,1%)				13 (6,8%)				11 (6,9%)				14 (8,8%)							
Bereinstimmung		++	74 (38,5%)				80 (41,7%)				72 (45,0%)				74 (46,3%)							
on Blutspur		+	108 (56,3%)				96 (50,0%)				77 (48,1%)				72 (45,0%)							
Anti-Serum		(+)	3 (1,6%)				3 (1,6%)															
nd Test-Erys		-	1 (0,5%)																			
Pseudoagglutination			4				5				6				10							
Anzahl der Fäden			24				24				20				20							

Tabelle 37: Agglutinationstemperatur: 22 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten				30 Minuten				60 Minuten				120 Minuten							
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A		9	15			2	6	16			3	5	12			3	6	11		
		B					24					24					20				1	1
	Anti-B	A					24					24					20				1	1
		B					24					24					20				1	1
	Anti-A+B	A	1	8	15			2	10	12			2	13	5			2	11	7		
		B			1		23					24				1	19					2
B	Anti-A	A					24					24					20				1	1
		B			1		23					24				1	19					2
	Anti-B	A				1	23				1	23					20				1	1
		B	1	14	9			3	12	9			2	10	8			3	9	8		
	Anti-A+B	A				1	23					24			1	1	18				2	1
		B	2	11	11			3	11	10			2	10	8			2	12	6		
AB	Anti-A	A		7	15	2		1	7	16			1	6	13			1	8	10	1	
		B					24				1	23					1	19				2
	Anti-B	A					24				1	23					20				1	1
		B	1	8	15			2	8	14			2	9	9			3	8	9		
	Anti-A+B	A		6	16	1	1		7	16	1		1	6	13			2	7	11		
		B	1	10	13			3	9	12			2	7	11			2	8	10		
O	Anti-A	A					24					24					20					2
		B					24					24					20				1	1
	Anti-B	A					24					24					20				1	1
		B					24					24					20					2
	Anti-A+B	A					24					24					20					2
		B					24					24					20					2
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	6 (3,1%)				16 (8,3%)				15 (9,4%)				18 (11,3%)							
		++	73 (38,0%)				70 (36,5%)				66 (41,3%)				69 (43,1%)							
		+	109 (56,8%)				105 (54,7%)				79 (49,4%)				72 (45,0%)							
		(+)	3 (1,6%)				1 (0,5%)								1 (0,6%)							
		-	1 (0,5%)																			
Pseudoagglutination			4				3				5				10							
Anzahl der Fäden			24				24				20				20							

Tabelle 38: Agglutinationstemperatur: 22 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																					
			10 Minuten				30 Minuten				60 Minuten				120 Minuten									
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-		
A	Anti-A	A	1	10	13			3	10	11			3	11	10			2	13	9				
		B					24					24					24				1	23		
	Anti-B	A					24					24					1	23				24		
		B					24				1	23					24				1	23		
	Anti-A+B	A	1	11	12			2	12	10			3	12	9			3	15	6				
		B					1	23				1	23				1	23			1	1	22	
B	Anti-A	A					24					24					1	23				2	22	
		B					24					24					24					24		
	Anti-B	A					24					24					1	23				24		
		B	2	12	10			4	11	9			4	14	6			3	15	6				
	Anti-A+B	A					2	22			1	23					1	1	22			1	1	22
		B	2	11	11			4	10	10			4	10	10			4	11	9				
AB	Anti-A	A		9	12	1	2	1	10	11	1	1		12	12			1	11	12				
		B					24					24					24				1	23		
	Anti-B	A					24					24					1	23				1	23	
		B	1	11	12			2	10	12			3	11	10			2	13	9				
	Anti-A+B	A	1	6	15	1	1	1	7	15	1		1	6	16	1		1	7	16				
		B	1	12	11			3	10	11			2	13	9			3	11	10				
O	Anti-A	A					24					24					24					24		
		B					24					24					1	23				24		
	Anti-B	A					24					24					1	1	22			1	23	
		B					24					24					24			1		23		
	Anti-A+B	A					24					24					24				1	23		
		B					24					24					24					24		
Gesamtergebnis bei			+++	9 (4,7%)				20 (10,4%)				20 (10,4%)				19 (9,9%)								
Bereinstimmung			++	82 (42,7%)				80 (41,7%)				89 (46,4%)				96 (50,0%)								
von Blutspur			+	96 (50,0%)				89 (46,4%)				82 (42,7%)				77 (40,1%)								
Anti-Serum			(+)	2 (1,0%)				2 (1,0%)				1 (0,5%)												
und Test-Erys			-	3 (1,6%)				1 (0,5%)																
Pseudoagglutination				3				3				10				13								
Anzahl der Fäden				24				24				24				24								

Tabelle 39: Agglutinationstemperatur: 37 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																			
			10 Minuten				30 Minuten				60 Minuten				120 Minuten							
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-
A	Anti-A	A	1	12	11			2	13	9			3	14	8			2	13	9		
		B					24				24					24				1	1	22
	Anti-B	A					24				24				1	23			1		23	
		B					24				24				1	23					2	
	Anti-A+B	A	1	10	13			3	14	7			3	13	8			3	14	7		
		B					24				24				1	23			2		22	
B	Anti-A	A					24				24				24					1	23	
		B					24				24				24					1	23	
	Anti-B	A					24				24				1	23				1	23	
		B	3	11	10			4	14	6			4	14	6			4	17	3		
	Anti-A+B	A				3	21				24				1	23			2	1	21	
		B	1	13	10			3	12	9			3	12	9			4	11	9		
AB	Anti-A	A		7	15	2			12	11	1			11	13			1	10	13		
		B					24				24				24					1		23
	Anti-B	A					1	23			1	23			1	23			2		22	
		B	1	13	10			3	11	10			3	14	7			3	16	5		
	Anti-A+B	A		6	17	1			7	17				8	16			1	8	15		
		B	2	11	11			4	10	10			3	12	9			3	13	8		
O	Anti-A	A					24				24				1	23					24	
		B					24				24				24						24	
	Anti-B	A					24				24				24				1		23	
		B					24				24				24					1	23	
	Anti-A+B	A					24				24				24				1	1	22	
		B					24				24				24							24
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur Anti-Serum und Test-Erys		+++	9 (4,7%)				19 (9,9%)				18 (9,4%)				21 (10,9%)							
		++	83 (43,2%)				93 (48,4%)				98 (51,0%)				102 (53,1%)							
		+	97 (50,5%)				79 (41,1%)				76 (39,6%)				69 (35,9%)							
		(+)	3 (1,6%)				1 (0,5%)															
		-																				
Pseudoagglutination			4				1				7				18							
Anzahl der Fäden			24				24				24				24							

Tabelle 40: Agglutinationstemperatur: 37 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																							
			10 Minuten						30 Minuten						60 Minuten						120 Minuten					
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-				
A	Anti-A	A	1	9	10			3	9	8			4	10	10			4	9	11						
		B					20				20					1	23			1		23				
	Anti-B	A					20				1	19			1	23			1		23					
		B					20					20				2	22			1	1	22				
	Anti-A+B	A	1	8	11			2	10	8			3	11	10			3	13	8						
		B					20					20			2	1	21				2	22				
B	Anti-A	A					20				1	19				24				1	23					
		B					1	19				1	19				24				24					
	Anti-B	A					20					20				1	23				24					
		B	2	10	8			5	11	4			5	13	6			6	12	6						
	Anti-A+B	A					1	19				1	19			1	1	22			1	1	22			
		B	2	11	7			4	10	6			5	11	8			5	11	8						
AB	Anti-A	A	1	7	10	2		1	8	9	2		2	10	11	1		2	10	12						
		B					20					20					24			2		22				
	Anti-B	A					20					20			1	1	22			2	1	21				
		B	1	10	9			2	11	7			2	14	8			3	15	6						
	Anti-A+B	A			7	11	1	1		10	10			1	10	12		1	1	10	13					
		B	1	9	10			3	10	7			3	14	7			4	13	7						
O	Anti-A	A					20					20				1	23					24				
		B					20					20				24				1		23				
	Anti-B	A					20					20			1	23					24					
		B					20					20				24				1		23				
	Anti-A+B	A					20					20				24						24				
		B					20					20				24						24				
Gesamtergebnis bei		+++	9 (5,6%)						20 (12,5%)						25 (13,0%)						28 (14,6%)					
bereinstimmung		++	71 (44,4%)						79 (49,4%)						93 (48,4%)						93 (48,4%)					
von Blutspur		+	76 (47,5%)						59 (36,9%)						72 (37,5%)						71 (37,0%)					
Anti-Serum		(+)	3 (1,9%)						2 (1,3%)						1 (0,5%)											
und Test-Erys		-	1 (0,6%)												1 (0,5%)											
Pseudoagglutination			2						4						14						16					
Anzahl der Fäden			20						20						24						24					

Tabelle 41: Agglutinationstemperatur: 45 °C

Blut- spur	Anti- serum	Test- Erys	Agglutinationsstärke bei Agglutinationszeiten von																				
			10 Minuten					30 Minuten					60 Minuten					120 Minuten					
			+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	+++	++	+	(+)	-	
A	Anti-A	A	1	10	9			2	12	6			4	11	9			4	11	9			
		B					20					20			1	23						24	
	Anti-B	A					20					20					24				1	23	
		B					20				2	18				1	23					1	23
	Anti-A+B	A	1	10	9			3	11	6			3	14	7			3	15	6			
		B			1	1	18			1	19					1	22				1	2	21
B	Anti-A	A					20					20			1	23					2	22	
		B					20				1	19			1	23					1	23	
	Anti-B	A					20					20			1	23						24	
		B	1	13	6			3	12	5			4	13	7			4	15	5			
	Anti-A+B	A					20			1	19					1	23					1	23
		B	2	12	6			3	12	5			4	16	4			4	15	5			
AB	Anti-A	A		6	13		1		6	14			2	7	14	1		2	11	11			
		B					20					20			1	1	22					24	
	Anti-B	A				1	19				1	19				1	23					1	23
		B	2	11	7			3	10	7			4	13	7			4	14	6			
	Anti-A+B	A		8	12				9	10	1		1	12	11			1	11	11	1		
		B	1	11	8			2	13	5			3	15	6			3	14	7			
O	Anti-A	A					20					20					24					1	23
		B					20					20					24					24	
	Anti-B	A					20				1	19					24					24	
		B					20					20				1	23					24	
	Anti-A+B	A					20					20					24					1	23
		B					20					20					24						24
Gesamtergebnis bei Übereinstimmung von Blutspur und Test-Erys		+++	8 (5,0%)					16 (10,0%)					25 (13,0%)					25 (13,0%)					
		++	81 (50,6%)					85 (53,1%)					101 (52,6%)					106 (55,2%)					
		+	70 (43,8%)					58 (36,3%)					65 (33,9%)					60 (31,3%)					
		(+)						1 (0,6%)					1 (0,5%)					1 (0,5%)					
		-	1 (0,6%)																				
Pseudoagglutination			3					7					11					12					
Anzahl der Fäden			20					20					24					24					

Tabelle 42: Agglutinationstemperatur: 45 °C

4.6 Auswertung der Versuchsergebnisse

4.6.1 Abhängigkeit der Agglutinationsstärke von Agglutinationszeit und -temperatur

Schon während der experimentellen Arbeiten zeigte sich das unterschiedliche Verhalten von Untersuchungsmaterial verschiedenen Alters. Aus diesem Grunde erfolgten die Zusammenstellung der Ergebnisse und die Auswertung über den Einfluß der Agglutinationsphase auf die Ergebnisse getrennt für Spuren unterschiedlichen Alters.

Im Folgenden werden nur die Fälle berücksichtigt, für die zwischen Blutspur, Antiserum und Testerythrozyten eine Übereinstimmung der Gruppenzugehörigkeit besteht.

4.6.1.1 Spurenalter: 1-4 Tage

Temperatur	Agglutinationsgrad	Ergebnisse bei Zeiten von:			
		10 Min.	30 Min.	60 Min.	120 Min.
22°	+++	80,5 %	80,3 %	80,9 %	83,7 %
	++	19,5 %	19,7 %	19,1 %	16,3 %
37°	+++	80,9 %	81,2 %	81,7 %	82,9 %
	++	19,1 %	18,8 %	18,3 %	17,1 %
45°	+++	80,2 %	85,6 %	83,6 %	86,8 %
	++	19,8 %	14,4 %	16,4 %	13,2 %

Bei frischen Blutspuren bis zu einem Alter von 4 Tagen lagen die mit "+++" bewerteten Ergebnisse ziemlich unabhängig von Agglutinationszeit und Agglutinationstemperatur bei etwa 80 %. Eine Erhöhung der Temperatur von 22 °C auf 45 °C und eine Verlängerung der Agglutinationszeit von 10 Min. auf

120 Minuten verbesserten das Ergebnis nur etwa auf 85 %.
Schwache Agglutinationen ("+") kamen nicht vor.

4.6.1.2 Spurenalter: 5-14 Tage

Temperatur	Agglutinationsgrad	Ergebnisse bei Agglutinationszeit:			
		10 Min.	30 Min.	60 Min.	120 Min.
22°	+++	41,3 %	44,6 %	46,4 %	50 %
	++	58,7 %	55,4 %	53,6 %	50 %
37°	+++	48,5 %	52,6 %	54,2 %	55,2 %
	++	51,5 %	47,4 %	45,8 %	44,8 %
45°	+++	44,9 %	45,3 %	48,1 %	49,6 %
	++	55,1 %	54,7 %	51,9 %	50,4 %

Bei 5-14 Tage alten Spuren lag die Zahl der starken Agglutinationen deutlich niedriger bei etwa 50 %, aber immer noch ziemlich einheitlich bei den verschiedenen Versuchsbedingungen. So konnten bei der Agglutinationstemperatur 22 °C die mit "+++" bewerteten Ergebnisse von 41 % bei 10 Minuten Versuchsdauer auf 50 % bei 2stündiger Agglutinationszeit erhöht werden. Eine Steigerung der Temperatur auf 37 °C bewirkte eine weitere Erhöhung auf 55 %. Dagegen lag die Zahl der starken Agglutinationen bei der Agglutinationstemperatur 45 °C jeweils etwa 5 % unter den bei 37 °C erzielten Ergebnissen.

4.6.1.3 Spurenalter: 15-30 Tage

Temperatur	Agglutinationsgrad	Ergebnisse bei Versuchsdauer:			
		10 Min.	30 Min.	60 Min.	120 Min.
22°	+++	15,1 %	26 %	28,2 %	28,7 %
	++	67,8 %	64,1 %	65,6 %	66,2 %
	+	17,2 %	9,9 %	6,3 %	5,2 %
37°	+++	13,5 %	25,0 %	28,7 %	32,3 %
	++	61,0 %	57,3 %	63,1 %	65,1 %
	+	25,5 %	17,7 %	8,3 %	2,6 %
45°	+++	15,6 %	29,2 %	30,2 %	32,3 %
	++	64,6 %	59,4 %	62,5 %	64,1 %
	+	19,8 %	11,5 %	7,3 %	3,6 %

Bei einem Spurenalter von 15-30 Tagen ergaben sich bei einer Agglutinationszeit von 10 Minuten deutlich schwächere Ergebnisse, die durch eine Temperaturerhöhung nicht verbessert werden konnten. So kam es nur zu 15 % zu mit "+++" bewerteten Ergebnissen und in 20 % zu schwachen Agglutinationen. Eine Verlängerung der Agglutinationszeit auf 30 Minuten führte fast zu einer Verdoppelung der Zahl der starken Agglutinationen und einer Abnahme der schwachen Agglutinationen auf die Hälfte. Weitere Steigerungen der Agglutinationszeiten brachten nur noch geringe Erhöhungen der Zahl der starken Agglutinationen. Die Zahl der schwachen Agglutinationen nahm dabei allerdings stark ab auf etwa 3 % bei 37 °C und 45 °C.

4.6.1.4 Spurenalter: 1-2 Monate

Temperatur	Agglutinationsgrad	Ergebnisse bei Zeiten von:			
		10 Min.	30 Min.	60 Min.	120 Min.
22°	+++	8,5 %	16,3 %	19,9 %	21,5 %
	++	49,7 %	47,9 %	52,4 %	57,1 %
	+	41,9 %	35,9 %	27,7 %	21,4 %
37°	+++	10,3 %	18,1 %	21,9 %	23,4 %
	++	46,0 %	48,2 %	49,6 %	56,3 %
	+	43,7 %	33,7 %	28,5 %	20,3 %
45°	+++	9,7 %	21,5 %	21,3 %	21,9 %
	++	47,2 %	49,4 %	50 %	58,1 %
	+	43,1 %	29,1 %	28,7 %	20 %

Bei 1-2 Monate alten Blutspuren lag die Zahl der mit "+++" bewerteten Ergebnisse zwischen 8,5 % und 23,4 %. Mit einer Agglutinationszeit von 10 Minuten ließen sie sich nur in etwa 10 % erzielen; bei 30minütiger Versuchsdauer verdoppelte sich die Zahl dieser starken Agglutinationen und ließ sich noch etwas steigern durch weitere Verlängerung der Versuchsdauer. Die Zahl der schwachen Agglutinationen nahm von etwa 40 % bei 10 Minuten auf 20 % bei zweistündiger Agglutinationszeit ab. Eine Erhöhung der Temperatur verbesserte die Ergebnisse nur geringfügig.

4.6.1.5 Spurenalter: 2-6 Monate

Temperatur	Agglutinationsgrad	Ergebnisse bei Versuchsdauer:			
		10 Min.	30 Min.	60 Min.	120 Min.
22°	+++	6,2 %	15,3 %	16,7 %	18,7 %
	++	46,6 %	40,7 %	41,6 %	49,3 %
	+	47,2 %	44,1 %	41,7 %	32 %
37°	+++	8,3 %	16,0 %	17,0 %	18,4 %
	++	49,0 %	50,0 %	52,4 %	54,5 %
	+	42,7 %	34,0 %	30,6 %	27,1 %
45°	+++	11,7 %	22,5 %	22,1 %	20,2 %
	++	47,5 %	46,7 %	52,5 %	53,2 %
	+	40,8 %	30,9 %	25,4 %	26,7 %

Bei 2-6 Monate alten Blutspuren zeigte sich eine weitere Abnahme der Agglutinationsstärke. Die mit "+++" bewerteten Ergebnisse lagen zwischen 6 % und 20 %. Die Zahl der schwachen Agglutinationen lag zwischen 47 % und 25 % und damit erstmals zum Teil höher als die Zahl der mittleren Agglutinationen. Eine Erhöhung der Agglutinationszeit von 10 auf 30 Minuten bewirkte wiederum eine Verdoppelung der Anzahl der starken Agglutinationen. Weitere Verlängerungen der Versuchsdauer bewirkten bei 22 °C und 37 °C eine weitere Steigerung der Ergebnisse. Deutlich ist auch die Verbesserung der Ergebnisse durch Erhöhung der Temperatur.

4.6.1.6 Spurenalter: 1/2-1 Jahr

Temperatur	Agglutinationsgrad	Ergebnisse der Versuchsdauer:			
		10 Min.	30 Min.	60 Min.	120 Min.
22°	+++	5,9 %	14,5 %	15,2 %	17,2 %
	++	41,7 %	41,0 %	48,0 %	49,6 %
	+	50,8 %	43,8 %	35,9 %	33,2 %
	(+)	1,6 %	0,8 %	0,8 %	-
37°	+++	6,0 %	17,7 %	17,2 %	17,5 %
	++	42,4 %	44,7 %	45,3 %	48,7 %
	+	51,5 %	40,3 %	36,9 %	33,8 %
	(+)	0,3 %	0,3 %	0,6 %	-
45°	+++	7,0 %	14,1 %	15,2 %	15,6 %
	++	40,6 %	39,4 %	45,7 %	48,5 %
	+	51,2 %	46,1 %	38,3 %	35,9 %
	(+)	1,2 %	0,4 %	0,8 %	-

Bei einem Spurenalter von 1/2-1 Jahr lagen die Ergebnisse wiederum etwas niedriger; die Bewertung "+++" kam je nach Wahl der Versuchsbedingungen nur in 6 % - 17,5 % zustande, wobei eine Agglutinationszeit von 10 Minuten sich wieder als zu kurz erwies. Eine Verlängerung der Versuchsdauer von 30 Min. auf eine oder zwei Stunden erhöhte die Zahl der starken Agglutinationen nur wenig, dagegen nahmen die mittleren Agglutinationen dabei um fast 10 % zu. Bei Agglutinationszeiten von 10 Minuten und 30 Minuten überwog die Zahl der schwachen Agglutinationen die der mittleren. Bei diesem Spurenalter kam es erstmals auch zu nicht eindeutig erkennbaren Agglutinationen bei Übereinstimmung von Blutspur, Antiserum und Testerythrozyten.

Die Erhöhung der Agglutinationstemperatur von 22 °C auf 37 °C und 45 °C zeigte keine erfaßbare Verbesserung der Ergebnisse. Die bei 37 °C durchgeführten Versuche erhielten etwas bessere Bewertungen.

4.6.1.7 Spurenalter: 1-2 Jahre

Temperatur	Agglutinationsgrad	Ergebnisse bei Versuchsdauer			
		10 Min.	30 Min.	60 Min.	120 Min.
22°	+++	3,1 %	7,5 %	8,1 %	10,1 %
	++	38,2 %	39,1 %	43,2 %	44,7 %
	+	56,6 %	52,4 %	48,7 %	45 %
	(+)	1,6 %	1,0 %	-	-
	-	0,5 %	-	-	-
37°	+++	4,7 %	10,2 %	9,9 %	10,4 %
	++	42,9 %	45,0 %	48,7 %	51,6 %
	+	50,3 %	43,7 %	41,4 %	38,0 %
	(+)	1,3 %	0,8 %	0,3 %	-
	-	0,8 %	0,3 %	-	-
45°	+++	5,3 %	11,2 %	13,0 %	13,8 %
	++	47,5 %	51,3 %	50,5 %	51,8 %
	+	45,7 %	36,6 %	35,7 %	34,1 %
	(+)	0,9 %	0,9 %	0,5 %	0,3 %
	-	0,6 %	-	0,3 %	-

Bei Blutspuren eines Alters von 1-2 Jahren ließen sich bestenfalls 13,8 % starke Agglutinationen erzielen. Besonders schwache Ergebnisse kamen bei einer Versuchsdauer von 10 Minuten zustande. So lag die Zahl der starken Agglutinationen mehr als doppelt so hoch, wenn man die Testerythrozytensuspension 30 Minuten lang einwirken ließ und konnte durch weitere Steigerung der Versuchsdauer teilweise noch erhöht werden.

Eine Agglutinationstemperatur von 22 °C führte bei diesem Spurenalter deutlich zu niedrigeren Bewertungen. So war die Zahl der schwachen Agglutinationen bei 22 °C immer höher als die der mittleren Agglutinationen; die Bewertung "+++" konnte bestenfalls in 10 % erfolgen. Bei 37 °C und 45 °C lagen die mittleren Agglutinationen dagegen bei 50 % und damit wesentlich höher als die schwachen.

Besonders bei kurzen Versuchszeiten kam es auch zu nicht eindeutigen oder zu fehlenden Agglutinationen bei Übereinstimmung von Blutspur, Antiserum und Testerythrozyten, insgesamt allerdings nur etwa in 1 % der Fälle.

4.6.2 Abhängigkeit der Agglutinationsstärke von der Aufbewahrungsart der Blutflecke im Hellen oder im Dunkeln

Spurenalter	Agglutinationsgrad	helle Aufbewahrung	dunkle Aufbewahrung
1-4 Tage	+++	80,5 %	84,2 %
	++	19,5 %	15,8 %
5-14 Tage	+++	46,7 %	49,5 %
	++	53,3 %	50,5 %
15-30 Tage	+++	24,8 %	25,9 %
	++	63,4 %	63,4 %
	+	11,8 %	10,7 %
1-2 Monate	+++	17,9 %	17,2 %
	++	51,2 %	50,4 %
	+	30,9 %	32,4 %
2-6 Monate	+++	15,8 %	16,1 %
	++	47,2 %	50,1 %
	+	37,0 %	33,8 %
1/2-1 Jahr	+++	12,9 %	13,8 %
	++	44,5 %	44,9 %
	+	42,4 %	40,6 %
	(+)	0,4 %	0,7 %
1-2 Jahre	+++	8,9 %	9,0 %
	++	45,2 %	47,2 %
	+	44,8 %	43,1 %
	(+)	0,8 %	0,6 %
	-	0,3 %	0,1 %

Eine Aussage über den Einfluß der Aufbewahrungsart der Blutspuren auf die Versuchsergebnisse war möglich, da bei jeder Versuchsreihe gleich viele Fäden aus heller und dunkler Aufbewahrung untersucht wurden.

Bei frischen Blutspuren bis zu einem Spurenalter von einem Monat zeigten sich deutlich bessere Ergebnisse für Spuren, die im Dunkeln aufbewahrt wurden. Die Zahl der starken Agglutinationen lag hierfür zwischen 1,1 % und 3,7 % höher als bei Spuren, die dem Tageslicht ausgesetzt wurden.

Bei ein bis zwei Monate alten Spuren fielen die Agglutinationen für Blutspuren aus dunkler Aufbewahrung zwar geringfügig schwächer aus als bei Spuren aus heller Aufbewahrung; doch scheint dies eher ein zufälliges Ergebnis zu sein, da noch ältere Spuren wieder ein gegensätzliches Verhalten zeigten. Die Steigerung in der Agglutinationsstärke durch Aufbewahrung im Dunkeln war bei älteren Spuren allerdings nicht mehr so deutlich ausgeprägt wie bei frischen Blutspuren.

4.6.3 Abhängigkeit der Agglutinationsstärke von der Gruppenzugehörigkeit der Blutspur und der Anti-Seren

Blutspur	Anti-serum	Testserys	Agglutinationsstärke					Pseudoagglutinationen(Anzahl)		
			+++	++	+	(+)	-	++	+	(+)
A	Anti-A	A	28,4%	46,4%	25,2%	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	8	30
	Anti-B	A	-	-	-	-	-	-	6	31
		B	-	-	-	-	-	-	8	45
	Anti-A+B	A	27,9 %	44,9%	27,2%	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	54	108
B	Anti-A	A	-	-	-	-	-	-	5	38
		B	-	-	-	-	-	-	6	30
	Anti-B	A	-	-	-	-	-	-	9	43
		B	33,9%	48,9%	17,2%	-	-	-	-	-
	Anti-A+B	A	-	-	-	-	-	-	49	104
		B	32,1%	47,2%	20,7%	-	-	-	-	-
AB	Anti-A	A	21,4%	42,8%	34,7%	1,0%	0,1%	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	11	32
	Anti-B	A	-	-	-	-	-	-	13	45
		B	30,6%	46,0%	23,4%	-	-	-	-	-
	Anti-A+B	A	21,2%	42,6%	35,4%	0,7%	0,1%	-	-	-
		B	30,0%	45,3%	24,7%	-	-	-	-	-
O	Anti-A	A	-	-	-	-	-	-	2	12
		B	-	-	-	-	-	-	0	21
	Anti-B	A	-	-	-	-	-	-	7	15
		B	-	-	-	-	-	-	3	11
	Anti-A+B	A	-	-	-	-	-	-	2	16
		B	-	-	-	-	-	-	2	16

Innerhalb der Hauptversuche gelang der Nachweis der Blutgruppenzugehörigkeit anhand des vorliegenden Untersuchungsmaterials nach dem Mischzellagglutinationsverfahren in allen Fällen. Dabei zeigte sich aber, daß die Blutgruppe der Blutspur einen wesentlichen Faktor für die Agglutinationsstärke darstellte.

Der Nachweis der Gruppeneigenschaft B fiel regelmäßig stärker aus, als der der Gruppeneigenschaft A und dies sowohl bei der Verwendung der Seren Anti-B als auch Anti-A+B. So lagen die Zahl der mit "+++" bewerteten Ergebnisse bei Blutspuren der Gruppe B um jeweils 5 % höher als bei Spuren der Blutgruppe A. Ebenso lag auch die Zahl der schwachen Agglutinationen bei Spurenmaterial der Blutgruppe B um 7 % - 8 % niedriger als bei Blutspuren der Blutgruppe A.

Dabei wurden auch Unterschiede festgestellt, die mit dem Bewertungsmaßstab nicht erfaßt werden konnten. So lagen die mit "++" oder "+" bewerteten Ergebnisse bei Spuren der Blutgruppe B wesentlich häufiger an der Grenze zum jeweils höheren Agglutinationsgrad, und die mit "+++" bewerteten Versuchsergebnisse waren bei der Blutgruppeneigenschaft oft deutlicher ausgeprägt.

Analog dazu ließ sich auch bei Spurenmaterial der Blutgruppe AB die Gruppeneigenschaft B wesentlich deutlicher nachweisen als die Eigenschaft A. Hier traten beim Nachweis der Blutgruppeneigenschaft A in etwa 1 % der Versuche fehlende oder nicht eindeutige Agglutinationen auf, wobei es sich allerdings immer um Fäden aus der Blutspur A₂B (2.2.1) handelte, von der vorher die schwache Ausprägung der Eigenschaft A bekannt war. Doch auch hier konnte innerhalb der entsprechenden Versuchsreihen durch Wahl geeigneter Versuchsbedingungen zumindest schwache Agglutinationen erreicht werden.

Das Mitführen von Fäden aus dieser Blutspur bei den Versuchen führte dazu, daß die Unterschiede der Agglutinationsstärke zwischen den Nachweisen der Gruppeneigenschaft B und denen der Gruppeneigenschaft A bei Spuren der Gruppe AB noch größer ausfielen. So traten starke Agglutinationen beim Nachweis der Gruppeneigenschaft B zu 9 % häufiger auf als beim Nachweis der Gruppeneigenschaft A.

Innerhalb einer Blutgruppe gelang der Nachweis einer Blutgruppeneigenschaft mit den Antiseren Anti-A und Anti-B jeweils etwas deutlicher als mit dem Antiserum Anti-A+B.

4.6.4 Auftreten von Pseudoagglutinationen

Als Pseudoagglutinationen wurden all die Agglutinationsfiguren bezeichnet, die in 1,7 % der Versuche auftraten, für die keine Blutgruppenübereinstimmung zwischen untersuchter Blutspur, Antiserum und Testerythrozyten bestand.

In gut drei Viertel der Fälle von Pseudoagglutinationen handelte es sich dabei um den Agglutinationsgrad "(+)", also um nicht eindeutige Agglutinationen; die restlichen 23 % waren schwache Agglutinationen.

4.6.4.1 Häufigkeit der Pseudoagglutinationen bei den einzelnen Blutgruppen bzw. Antiseren (Tabelle zu 4.6.3)

Bei Untersuchungsmaterial der Blutgruppen A, B und AB kam es in 1,6 % der Fälle von Nichtübereinstimmung zu Pseudoagglutinationen, wenn die Antiseren Anti-A oder Anti-B verwendet wurden. Wurde in entsprechenden Fällen Spurenmaterial der Blutgruppe A oder B dagegen mit Anti-A+B versetzt, so traten zu 5,5 % Pseudoagglutinationen auf. Sehr gering, und unabhängig von der Art der Antiseren war die Zahl der Pseudoagglutinationen mit 0,6 % bei Spuren der Blutgruppe O.

4.6.4.2 Häufigkeit der Pseudoagglutinationen bei unterschiedlichen Versuchsbedingungen während der Agglutinationsphase

Temperatur	Pseudoagglutinationen bei Versuchsdauer			
	10 Minuten	30 Minuten	1 Stunde	2 Stunden
22 °C	0,4 %	0,5 %	1,4 %	2,2 %
37 °C	0,6 %	0,9 %	2,5 %	3,6 %
45 °C	0,6 %	1,1 %	3,0 %	3,9 %

Die Anzahl der Pseudoagglutinationen bei den einzelnen Versuchsreihen hing ab von den unterschiedlich gewählten Agglutinationszeiten und -temperaturen. Sie lag sehr niedrig bei allen Versuchen mit einer Versuchsdauer von 10 Minuten, und zwar durchschnittlich bei 0,4 % der Versuche, die bei 22 °C und bei 0,6 % der Versuche, die bei 37 °C und 45 °C durchgeführt wurden. Bei längeren Agglutinationszeiten kam es häufiger zu Pseudoagglutinationen. So führten Agglutinationszeiten von 2 Stunden sechs mal öfter zu Pseudoagglutinationen als eine Versuchszeit von 10 Minuten. Die größte Anzahl von Pseudoagglutinationen gab es bei langen Agglutinationszeiten bei hoher Temperatur. Möglicherweise kam es in diesen Fällen öfter zu einem Antrocknen der Erythrozytensuspension an die Fäden oder zu einem Verkleben von Testerythrozyten, wodurch die Effektivität der Spülvorgänge herabgesetzt und beim Mikroskopieren Agglutinationsfiguren vorgetäuscht worden sein könnten.

5. Diskussion der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit

5.1 Diskussion des modifizierten Mischzellagglutinationsverfahrens

Die von ISHIYAMA und OKADA (11) und von HANHOFF (9) beschriebenen guten Erfahrungen bezüglich der Empfindlichkeit des Mischzellagglutinationsverfahrens konnten in dieser Arbeit bestätigt werden. So gelang der Nachweis der Blutgruppe aus allen untersuchten Blutproben, sogar an Blutspuren eines Alters bis zu 22 Monaten.

Modifiziert wurde das Verfahren insofern, als das Spurenmaterial für die Untersuchung auf Folien geklebt wurde und zur anschließenden mikroskopischen Bewertung der Ergebnisse auf diesen Folien verblieb. So konnte Material aus vielen Spuren auf einer Folie untersucht und das Ergebnis direkt verglichen werden. Die leichte Handhabung der Folien beim Mikroskopieren, die Möglichkeit der Untersuchung vieler Fäden auf einer Folie und die Einführung von Klebebandstreifen zur Befestigung der Fäden reduzierten den Zeitaufwand für den Gruppennachweis einzelner Blutspuren erheblich. Dies ermöglichte die Untersuchung einer sehr großen Anzahl von Fäden aus den einzelnen Blutspuren innerhalb der Hauptversuche, wodurch deren Ergebnisse an Aussagekraft gewinnen.

Die Verwendung von Klebebandstreifen ermöglichte zudem auch die Wiederverwendung der Folien.

Im Gegensatz zu der von HOWARD und MARTIN (10) beschriebenen Methode wurde in dem in dieser Arbeit erprobten Verfahren nur je eine Art von Antiserum und Testerythrozyten auf einer Folie verwendet. Bei gleichzeitiger Verwendung getrennter Spülgefäße für unterschiedlich behandelte Folien bedeutete dies eine weitgehende Einschränkung der Möglichkeit von Verunreinigungen, wie sie sonst bei den Spülvorgängen unvermeidlich wären.

5.2 Diskussion der Ergebnisse der Hauptversuche

Ziel der von den beiden Untersuchern gemeinsam durchgeführten Hauptversuche war die Optimierung der Versuchsbedingungen während der Inkubations- und der Agglutinationsphase beim Mischzellagglutinationsverfahren zur Blutgruppenbestimmung aus eingetrockneten Blutspuren unterschiedlichen Alters, um so die Grundlage für spätere Routineuntersuchungen an praktischen Fällen zu schaffen. Außerdem sollte der Einfluß der Aufbewahrungsart und der der Blutgruppenzugehörigkeit des Spurenmaterials auf die Versuchsergebnisse abgeklärt werden.

5.2.1 Einfluß der Aufbewahrungsart (4.6.2)

Ein Aufbewahren des Spurenmaterials im Dunkeln bei Zimmertemperatur erwies sich als günstig. Hier waren die Versuchsergebnisse allgemein etwas besser als bei entsprechend behandelten Spuren der gleichen Blutprobe, die aber dem Tageslicht zugänglich aufbewahrt wurden. Besonders deutlich waren die Unterschiede bei Blutspuren bis zu einem Alter von einem Monat.

5.2.2 Einfluß der Blutgruppenzugehörigkeit (4.6.3)

Der Nachweis der Blutgruppeneigenschaft B gelang deutlich besser als derjenige der Eigenschaft A, wobei es für die Ergebnisse unerheblich war, ob Antiserum Anti-B oder Anti-A+B verwendet wurde, bzw. Anti-A oder Anti-A+B. Aus Blutspuren der Gruppe AB ließen sich die Blutgruppeneigenschaften A und B etwas weniger deutlich nachweisen. Bei Blutspuren der Blutgruppe O kam es auffallend selten zu Pseudoagglutinationen. Dies galt hier auch bei der Verwendung des Antiserums Anti-A+B, was bei der Bestimmung von Blutspuren der Gruppen A und B in 5,5 % der Fälle von Nichtübereinstimmung zu Pseudoagglutinationen geführt hatte. Diese relativ hohe Zahl von Pseudoagglutinationen bei Verwendung von Anti-A+B hat jedoch keine praktische Bedeutung, da für die Bestimmung der Blutgruppe

die ausschließliche Anwendung der Antiseren Anti-A und Anti-B ausreicht.

5.2.3 Einfluß von Agglutinationszeit und Agglutinations-
temperatur bei unterschiedlichem Spurenalter (4.6.1)

Bei der Blutgruppenbestimmung aus frischen Blutspuren war die Agglutinationsstärke ziemlich unabhängig von den gewählten Agglutinationszeiten und -temperaturen. Deshalb ist bei Spuren bis zu einem Alter von einer Woche eine Agglutinationsdauer von zehn Minuten bei Zimmertemperatur zu empfehlen. Auch bei bis zu zwei Wochen altem Spurenmaterial war eine Agglutinationszeit von zehn Minuten ausreichend; allerdings sollte die Temperatur dabei 37 °C betragen. Bei älteren Blutflecken ist die Agglutinationstemperatur auf 45 °C zu steigern und eine Agglutinationsdauer von einer halben Stunde unbedingt erforderlich. Eine nochmalige Verlängerung der Agglutinationszeit konnte zwar die Ergebnisse noch weiter verbessern, doch traten dabei wesentlich häufiger Pseudoagglutinationen (4.6.4.2) auf. Da dies bei in praktischen Fällen anfallendem Spurenmaterial zu Fehlbeurteilungen führen könnte, sollte die Einwirkungsdauer des Testerythrozytensuspension nicht über eine halbe Stunde hinaus verlängert werden, zumal auch die daraus resultierende Verbesserung der Ergebnisse den größeren Zeitaufwand nicht rechtfertigen kann.

6. Zusammenfassung

Die dieser Arbeit zugrundeliegenden Versuche wurden von zwei Untersuchern gemeinsam durchgeführt. Die Vorversuche dienten dem Kennenlernen des Mischzellagglutinationsverfahrens und der Erprobung verschiedener Materialien im Hinblick auf eine angestrebte Vereinfachung in der Handhabung dieser Methode. So ermöglichte die Verwendung von Polycarbonatfolien für den gesamten Untersuchungsgang, einschließlich der mikroskopischen Bewertung der Ergebnisse, die Untersuchung eines umfangreichen Spurenmaterials während der Hauptversuche, die der Abklärung des Einflusses der Versuchsbedingungen während der Inkubations- und der Agglutinationsphase dienten.

Zur Untersuchung gelangten eingetrocknete Blutspuren auf Leinengewebe der Blutgruppen A, B, AB und O bis zu einem Spurenalter von zwei Jahren. Der Nachweis der Blutgruppeneigenschaft B gelang allgemein etwas deutlicher. Ständig im Dunklen aufbewahrtes Untersuchungsmaterial führte besonders bei jüngeren Spuren zu besseren Ergebnissen als sie bei den, dem Tageslicht zugänglichen Spuren zu erzielen waren.

Als bestimmender Faktor für die erreichbare Agglutinationsstärke erwies sich das Alter des Spurenmaterials, das bei der Wahl von Agglutinationstemperatur und -zeit berücksichtigt werden muß. Bei Spurenmaterial bis zu einem Alter von 14 Tagen ist eine Einwirkungsdauer der Testerythrozytensuspension von zehn Minuten bei Zimmertemperatur völlig ausreichend. Ältere Spuren benötigen dagegen eine Agglutinationszeit von 30 Minuten bei 45 °C. Eine weitere Verlängerung der Agglutinationsdauer konnte die Ergebnisse zwar noch etwas verbessern, doch kam es dann zunehmend auch zu Pseudoagglutinationen in Fällen fehlender Gruppenübereinstimmung von Blutspur, Antiserum und Testerythrozyten. Mit zunehmendem Spurenalter nahm jedoch auch bei geeigneter Wahl der Versuchsbedingungen die

erreichbare Agglutinationsstärke deutlich ab. Doch gelang der Gruppennachweis innerhalb jeder Versuchsreihe aus allen zur Untersuchung gelangten Blutspuren.

Literaturverzeichnis

- (1) BARGAGNA, M.,
PEREIRA, M.:
A study of absorption-elution
as a method of identification
of rhesus antigens in dried
bloodstains
J. Forens. Sci. Soc. 7, 123 (1967)
- (2) BEGEMANN, H.:
Klinische Hämatologie
Thieme (1970)
- (3) BENCIOLINI, P.,
CORTIVO, P.:
Problems in Determining A₂B
Group Specific Properties in
Bloodstains
Z. Rechtsmed. 79, 285-8 (1977)
- (4) BORNSCHEUER, V.:
Untersuchungen über die optimalen
Verfahren zum Nachweis von Rh-
Faktoren in Blutspuren
Marburg: Diss. 1971
- (5) CHATTERJI, P.K.:
A simplified mixed agglutination
technique for ABO grouping of dried
bloodstains using cellulose acetate
sheets
J. Forens. Sci. Soc. 17, 143 (1977)
- (6) GOOMBS, R.R.A.,
BEDFORD, D.:
The A and B antigens on human
platelets demonstrated by means
of mixed erythrocyte-platelet
agglutination
Vox sanguinis 5, 415 + 111 (1955)

- (7) COOMBS, R.R.A.,
DODD, B.E.: Possible Application of the Principle of Mixed Agglutination in the Identification of Blood Stains
Med. Sci. Law 1, 359 (1960-61)
- (8) FIORI, A.M.M.,
BENCIOLINI, P.: Modified absorption-elution method of Siracusa for ABO and MN grouping of bloodstains
J. Forens. Sci. 8, 419 + 535 (1973)
- (9) HANHOFF, K.: Untersuchungen zur ABO-Gruppenbestimmung in Blutflecken mittels des Mischagglutinationsverfahrens
Bonn: Diss. 1963
- (10) HOWARD, H.D.,
MARTIN, P.D.: An Improved Method for ABO and MN Grouping of Dried Bloodstains using Cellulose Acetate Sheets
J. Forens. Sci. Soc. 9, 28 (1969)
- (11) ISHIYAMA, I.,
OKADA, T.: Anwendung der modifizierten Mischzellagglutination (mixed cell agglutination reaction, MCAR nach Davidsohn) in der forensischen Serologie; MCAR auf dem Klebebandstreifen
Z. Rechtsmed. 77, 25-40 (1975)
- (12) LINCOLN, P.I.,
DODD, B.E.: The Detection of Rh Antigens C, C^W, c, D, E, e and the Antigen S of the MNSs System in Bloodstains
Med. Sci. Law 8, 288-295 (1968)

- (13) MARESCH, W.,
WEHRSCHÜTZ, E.:
Moderne Methoden der Blutflecken-
diagnostik
Arch. Kriminol. 132, 1 (1963)
- (14) MARTIN, P.D.:
A Manual Method for the Detection
of Rh Antigens in Dried Bloodstains
J. Forens. Sci. Soc. 17, 139-42
(1978)
- (15) NEIDERS, M.E.:
Blood group Determinations in
Forensic Dentistry.
Dent. Clin. North America,
Philadelphia (1977)
- (16) NICKOLLS, L.,
PEREIRA, M.:
A study of modern methods of
grouping dried blood stains.
Med. Sci. Law 2, 172 (1962)
- (17) PEREIRA, M.,
DODD, B.E.,
MARCHANT, J.V.:
The detection of A, B and H group
specific substances in stains from
body fluids by absorption-elution
and mixed agglutination techniques.
Med. Sci. Law 9, 116 (1969)
- (18) PONSOLD, A.:
Lehrbuch der gerichtlichen Medizin
Stuttgart, Thieme (1967)
- (19) PROKOP, O.,
GÖHLER, W.:
Forensische Medizin
Berlin, Verlag Volk + Gesundheit
(1975)

- (20) PROKOP, O.,
GÖHLER, W.: Die menschlichen Blutgruppen
Stuttgart: Fischer (1976)
- (21) PROKOP, O.,
UHLENBRUCK, G.: Lehrbuch der menschlichen Blut-
und Serumgruppen
Edition Leipzig 1965
- (22) RACE, R.R.,
SANGER, R.: Die Blutgruppen des Menschen
Stuttgart, Thieme (1958)
- (23) YUASA, J.,
SUENAGA, K.,
OKADA, K.: ABO Grouping of Blood Stains
by Rapid Mixed Agglutination
without First Washing.
Yonago Acta Medica, Japan
20, 11-18 (1976)

Herrn Prof. Dr. H.-B. Wuermeling danke ich für seine Erlaubnis, daß ich die Untersuchungen und Auswertung im Institut für Rechtsmedizin durchführen durfte.

Herrn Akadem. Direktor Dr. G. Schaidt verdanke ich das Thema der Arbeit und Anregungen bei der Auswertung.

Der Blutbank der Universität Erlangen-Nürnberg, Leiter Prof. Dr. Schricker, sei für die Bereitstellung der Blutproben gedankt.

Tabellarischer Lebenslauf

Name: Peter Josef Georg B a u e r

geboren: 10. März 1949 in Schönwald/Oberfr.

Eltern: Georg Bauer, Disponent
Margareta Bauer, geb. Kempf, Hausfrau

Ausbildungsgang:

1955 - 1961 Volksschule Schönwald und Schwandorf/Bay.

1961 Realschule Nabburg

1962 - 1964 Unterbrechung des Schulbesuchs

1964 - 1967 Realschule Schwandorf; Abschluß
mittlere Reife

1967 - 1970 Gymnasium Weiden/Oberpf.
Abschluß Abitur

1970 - 1972 Apothekerpraktikum Regensburg;
Abschluß pharmazeutische Vorprüfung

1972 - 1974 Studium Chemie/Biologie Lehramt an
Gymnasien; Universität Erlangen-Nürnberg

1974 - 1979 Studium der Zahnheilkunde, Universität
Erlangen-Nürnberg

07.12.1979 zahnärztliche Prüfung; 17.12.79 Bestallung
als Zahnarzt

seit 15.01.1980 arbeite ich als wissenschaftlicher
Assistent in der prothetischen Abteilung der Klinik
und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkranke der
Universität Erlangen-Nürnberg

1972 heiratete ich die Abiturientin Doris Lehr

Erlangen im April 1980

